

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DE PÊSSEGOS COM
UTILIZAÇÃO DE 1-MCP E RESFRIAMENTO RÁPIDO.**

LUCIANA CALORE DE BARROS PINTO.

CAMPINAS
FEVEREIRO DE 2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DE PÊSSEGOS COM
UTILIZAÇÃO DE 1-MCP E RESFRIAMENTO RÁPIDO.**

Tese submetida à banca examinadora para
obtenção do título de Doutor em
Engenharia Agrícola na área de
concentração em Tecnologia Pós-Colheita.

LUCIANA CALORE DE BARROS PINTO.

Orientador: Prof. Dr. José Tadeu Jorge.

CAMPINAS
FEVEREIRO DE 2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

P658q Pinto, Luciana Calore de Barros
Qualidade e conservação de pêssegos com utilização
de 1-MCP e resfriamento rápido / Luciana Calore de
Barros Pinto.--Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: José Tadeu Jorge.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Frutas. 2. Ameixa – armazenamento. I. Jorge,
José Tadeu. II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.

Titulo em Inglês: Quality and peach conservation with the use of 1-MCP and cooling

Palavras-chave em Inglês: Fruits, Plum eStorage

Área de concentração: Tecnologia Pós-Colheita

Titulação: Doutora em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Rogério Lopes Vieites, Ângelo Pedro Jacomino, Sylvio Luís
Honório e Benedito Carlos Benedetti

Data da defesa: 25/02/2005

Ao meu marido Leonardo, pelo carinho, idéias e sugestões;
Aos meus pais Cláudio e Ivone, pelo apoio sempre presente em minha vida;
Ao meu irmão Calore, sua esposa Cláudia e minha sobrinha Maria Eduarda, pelas alegrias compartilhadas;
Aos meus tios Ana B. e Paulo, pela preocupação e colaboração;
À minha tia Regina e minhas primas Ana Carolina e Maria Luísa, pelo carinho;
Aos meus tios Sonia e Airto e primos Jordanna e Zuza, pelo companheirismo e acolhida,

OFEREÇO.

À minha filha Laura
pela alegria que proporcionou em minha vida,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo presente da vida;

À Faculdade de Engenharia Agrícola pela oportunidade de realizar este trabalho;

Ao meu orientador Prof. Dr. José Tadeu Jorge pela orientação em todos os momentos;

Aos professores da FEAGRI pelos ensinamentos transmitidos, em especial aos professores, Benedito Carlos Benedetti, Sylvio Luís Honório, Luís A. B.Cortez, Bárbara Teruel e Marcos David Ferreira;

Às secretárias Lúcia e Rose, pela atenção e pronto atendimento;

Aos funcionários Rosália, Rosa Helena e Francisco do Laboratório de Pós-Colheita, pela amizade e auxílio nas análises realizadas;

À funcionária Ana Lourdes do Laboratório de Instrumentação da FEA, pelo auxílio nas análises de cor e firmeza;

Ao funcionário Pedro do Laboratório de Termodinâmica e Energia, pelo auxílio e dedicação na montagem do resfriamento rápido e utilização das câmaras frias;

Aos funcionários Luiz, José Maria e Francisco do Laboratório de Máquinas, pela construção das caixas herméticas;

Ao colega de curso e funcionário do Laboratório de Solos, Antônio Javarez Júnior, pela amizade e ajuda no deslocamento até Atibaia para a compra dos pêssegos;

Às funcionárias Ana Paula, Marta e Rosângela, pela atenção e informações prestadas;

Aos colegas do curso, em especial à Madalena, José Marcos, Cintya, Adriana e Marisa, pela amizade, sugestões e discussões ao longo do curso;

Aos meus provadores de pêssegos, pela realização da análise sensorial;

À empresa AgroFresh, em nome do Sr. Walter Pereira e Daniel Grossi, pela ajuda na aplicação do 1-MCP e doação do produto SmartFresh;

Ao CNPq pelo auxílio financeiro;

À todas as pessoas que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho, os meus agradecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Aspectos Gerais da Cultura	3
2.2 Fisiologia Pós-Colheita de Pêssegos	4
2.3 1-Metilciclopropeno (1 – MCP)	6
2.4 Resfriamento Rápido de Pêssegos	10
2.5 Armazenamento Refrigerado de Pêssegos	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Matéria-prima	15
3.2 Tratamentos	17
3.3 Avaliações Pós-Colheita	23
3.4 Delineamento Experimental	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 Etapa 1	27
4.2 Etapa 2	38
5. CONCLUSÕES	48
6. SUGESTÕES	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

LISTA DE FIGURAS

01	Caixa de papelão contendo 10 pêssegos do cultivar Aurora I.....	16
02	Câmara hermética para a aplicação do gás 1-MCP.....	18
03	Injeção de água nos frascos de vidro contendo o 1-MCP na forma de pó.....	18
04	Câmara fria convencional onde os pêssegos ficaram armazenados.....	20
05	Vista em perspectiva e superior do túnel de resfriamento rápido por ar-forçado....	21
06	Curvas de resfriamento rápido com ar-forçado em pêssegos cv. Natal.....	22
07	Leitura da cor de fundo do epicarpo do pêssego.....	23
08	Medição da firmeza dos pêssegos pelo texturômetro.....	24
09	Perda de massa fresca de pêssegos cv. Aurora I	27
10	Cor do epicarpo de pêssegos cv. Aurora I (variável a*).....	29
11	Cor do epicarpo de pêssegos cv. Aurora I (variável b*) tratados com 1-MCP à 0°C.....	30
12	Firmeza de pêssegos cv. Aurora I	31
13	Valores de pH de pêssegos cv. Aurora I	32
14	Valores de acidez titulável de pêssegos cv. Aurora I	33
15	Valores de sólidos solúveis de pêssegos cv. Aurora I	34
16	Valores de “Ratio” de pêssegos cv. Aurora I tratados com 1-MCP.....	34
17	Produção de CO ₂ de pêssegos cv. Aurora I tratados com 1-MCP à 0°C.....	35
18	Produção de CO ₂ de pêssegos cv. Aurora I tratados com 1-MCP à 0°C e 20°C.....	36
19	Produção de CO ₂ de pêssegos cv. Aurora I tratados com 1-MCP durante o armazenamento refrigerado.....	37
20	Perda de massa fresca de pêssegos cv. Natal.....	38
21	Cor do epicarpo de pêssegos cv. Natal (variável a*) nos diferentes tratamentos aplicados	39
22	Cor do epicarpo de pêssegos cv. Natal (variável b*) nos diferentes tratamentos aplicados.....	40
23	Firmeza de pêssegos cv. Natal	41
24	Valores de pH de pêssegos cv. Natal.....	42
25	Valores de acidez titulável de pêssegos cv. Natal.....	43

26	Valores de sólidos solúveis de pêssegos cv. Natal.....	43
27	Produção de CO ₂ de pêssegos cv. Natal nos diferentes tratamentos aplicados.....	45
28	Produção de CO ₂ de pêssegos cv. Natal ao longo do período estudado.....	46

LISTA DE TABELAS

01	Modelo das fichas utilizadas na análise sensorial.....	26
02	Descrição dos pêssegos dos cultivares Aurora I e Natal.....	27
03	Cor de fundo do epicarpo de pêssegos cv. Aurora I.....	28
04	Valores de firmeza de pêssegos tratados com 1-MCP à 0°C e 20°C.....	32

RESUMO

As perdas pós-colheita variam entre os diversos produtos vegetais, porém de modo geral entre as frutas e hortaliças tem-se perdas da ordem de 30-50%. Tais perdas estão fundamentadas ao seu manuseio inadequado desde o momento da colheita até o consumo final. Assim, este trabalho tem como objetivo a aplicação do 1-metilciclopropeno (1-MCP), do resfriamento rápido com ar-forçado (RR), e do armazenamento refrigerado (AR) em pêssegos a fim de avaliar seus efeitos no processo de amadurecimento desta fruta. Os parâmetros avaliados no julgamento da qualidade foram as análises fisiológicas como a perda de massa fresca, a cor de fundo, a firmeza, o pH, a acidez titulável, os sólidos solúveis, o “Ratio” e a produção de CO₂ e etileno, e análises sensoriais como a cor, a textura e o sabor. O experimento foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa testou-se as concentrações de 30; 60 e 90nl l⁻¹ de 1-MCP aplicado nas temperaturas de 0 e 20°C; as frutas não tratadas com 1-MCP foram denominadas de controle, para as duas temperaturas estudadas. A concentração de 90nl l⁻¹ de 1-MCP à 0°C apresentou menor atividade respiratória nas frutas, sendo este tratamento selecionado para ser combinado com o resfriamento rápido de pêssegos na etapa seguinte. Desta forma, a segunda etapa compôs-se com os seguintes tratamentos: armazenamento refrigerado (AR) ou controle, resfriamento rápido com ar-forçado (RR), resfriamento rápido seguido da aplicação do 1-MCP (RR + 1-MCP) e aplicação do 1-MCP (1-MCP). Dentre estes, o tratamento RR + 1-MCP proporcionou frutas mais firmes em relação às frutas do tratamento controle. A taxa respiratória dos pêssegos submetidos ao RR e também ao RR + 1-MCP foi reduzida se comparada à taxa respiratória das frutas do tratamento controle.

Palavras-chave: *Prunus persica*, armazenamento, pós-colheita.

QUALITY AND PEACH CONSERVATION WITH THE USE OF 1-MCP AND COOLING.

ABSTRACT

Postharvest losses vary amid vegetables produces, however generally between fruits and vegetables there are losses ranging from 30% to 50%. Such losses are due to the inadequate handling of the produce between harvesting and final consumption. Thus, this paper aims at the application of 1-methylcycloprene (1-MCP), from cooling with forced air (PC), and cold storage (CS) of peaches, in order to estimate yours effects in the ripening process this fruit. The parameters evaluated in judging quality were physiological analyses such as loss of fresh mass, background color, firmness, pH, titratable acid, soluble solids, ratio and CO₂ and ethylene production, and sensorials such as color, texture and flavor. The experiment was divided into two phases. In the first phase 30, 60 and 90nl l⁻¹ of 1-MCP concentrations applied at temperatures of 0°C and 20°C were tested; fruits not treated with 1-MCP were denominated control for both temperatures studied. The 90nl l⁻¹ of 1-MCP concentration at 0°C showed a lower respiratory activity in the fruits, and this was selected to be combined with cooling of peaches in the following phase. For this matter, the second phase was composed by the following treatments: cold storage (CS) or control, cooling with forced air (CFA), cooling with forced air followed by 1-MCP application (CFA + 1-MCP) and 1-MCP application (1-MCP). Among these, the CFA + 1-MCP treatment gave more firmness of fruits in relation to the control fruits. The respiratory rate of peaches subjected in the CFA and CFA + 1-MCP was decrease in relation to the respiratory rate of the control fruits.

Keywords: *Prunus persica*, storage, postharvest.

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A base agrícola da cadeia produtiva das frutas no Brasil abrange 2,2 milhões de hectares, gera 4 milhões de empregos diretos (2 a 5 pessoas por hectare) e um PIB agrícola de U\$11 bilhões. Este setor demanda mão-de-obra intensiva e qualificada, fixando o homem no campo, pois permite uma vida digna de uma família dentro de pequenas propriedades e também nos grandes projetos. É possível alcançar um faturamento bruto de R\$1.000 a R\$20.000 por hectare (OLIVEIRA Jr e MANICA, 2004).

A produção mundial de frutas no ano de 2002 foi de aproximadamente 622,5 milhões de toneladas, sendo o Brasil classificado como o terceiro maior produtor mundial de frutas responsável por uma produção que superou as 38 milhões de toneladas (OLIVEIRA Jr e MANICA, 2004). Quanto à produção de pêssego e nectarina, os dados dos autores citados anteriormente revelam que das 13,4 milhões de toneladas produzidas, o Brasil responde por aproximadamente 184 mil toneladas ocupando o sexto lugar no ranking mundial.

A produção nacional de pêssegos de mesa é ainda insuficiente, o que tem levado a um aumento significativo de importações (NAKASU et al., 1997). Ainda segundo os mesmos autores, o estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor de pêssegos no Brasil, seguido por São Paulo e Santa Catarina.

Dados disponíveis para o Brasil, indicam que parte da produção nacional de frutas e hortaliças é perdida, principalmente após a colheita, por falta de tratamento e manuseio adequados, vulnerabilidade ao ataque de microorganismos, e falta de estocagem frigorificada. Tais perdas pós-colheita variam entre 30 a 50%. Esses valores representam um descarte aproximado de 15 milhões de toneladas/ano (DI RIENZO, 2001).

A preservação de frutas e hortaliças por meio do frio é baseada, sobretudo, no fato de que baixas temperaturas retardam a ação dos fenômenos metabólicos prolongando por maior tempo a conservação e qualidade do produto. A respiração destaca-se como o principal fenômeno fisiológico que influencia a conservação e qualidade das frutas e hortaliças, sendo responsável pela fonte de produção de energia requerida para a realização dos processos metabólicos após a colheita. A intensidade respiratória das frutas após a colheita, dentro dos limites de tolerância fisiológica, está diretamente relacionada com a temperatura. A baixa temperatura diminui sensivelmente a taxa respiratória, além de proporcionar metabolismo

mais lento das frutas, aumentando o período de armazenamento. A redução da respiração é de fundamental importância para a manutenção da qualidade pós-colheita das frutas (ROCHA e SPAGNOL, 1983).

Portanto, quanto mais rapidamente a temperatura da fruta for situada próxima à ótima de armazenamento, maior será a vida de pós-colheita deste produto. Isto é particularmente importante para aqueles altamente perecíveis ou que tenham vida pós-colheita naturalmente curta (SPAGNOL e SIGRIST, 1992).

O resfriamento rápido é a primeira etapa da adequação da temperatura. Tem por finalidade a remoção rápida do calor dos produtos recém-colhidos, antes do transporte, armazenamento ou processamento. Quando realizado de modo adequado, reduz a incidência de doenças e retarda a perda de frescor e qualidade, porque inibe o crescimento de microorganismos, restringe as atividades enzimática e respiratória, inibe a perda de água e reduz a produção de etileno pelo produto (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

O objetivo da estocagem em câmaras frigoríficas é manter o produto sob condições de temperatura em níveis suficientemente baixos, prolongando o tempo dos processos de amadurecimento e, conseqüentemente, de senescência da fruta. Também é reduzida a ação de microorganismos responsáveis pela deterioração (ROCHA e SPAGNOL, 1983).

Além do uso da refrigeração na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças, técnicas de remoção de etileno têm sido empregadas, como por exemplo, o gás 1-metilciclopropeno (1-MCP). Acredita-se que o 1-MCP seja antagonista do etileno. Ao ligar-se ao sítio de recepção do etileno, o 1-MCP interfere na ação do etileno endógeno ou exógeno, diminuindo, assim, a sua ação (ARGENTA et al., 2000).

Desse modo, objetivou-se neste trabalho determinar os efeitos do 1-MCP aplicado a 0°C e 20°C, e do resfriamento rápido com ar-forçado na qualidade e conservação de pêssegos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos Gerais da Cultura

O pessegueiro – *Prunus persica* (L. Batsch.) – é uma planta da família das Rosáceas, originária da Ásia (EMBRAPA, 1993). Essa família compreende 100 gêneros. Os cultivares comerciais apresentam variedades botânicas assim agrupadas: *P. persica* var. vulgaris que são as variedades de pêssegos exploradas como fruta de mesa ou de indústria e, *P. persica* var. nucipersica que são as nectarinas, as quais se assemelham aos pêssegos, exceto por apresentarem frutas desprovidas de pelos (ANTUNES et al., 1997).

De acordo com a época de maturação dos pêssegos, existem cultivares precoces, medianas e tardias. Um mesmo cultivar em diferentes regiões poderá ter a maturação antecipada ou retardada, dependendo das condições climáticas locais ou dos tratamentos culturais recebidos pelas plantas. As precoces amadurecem de setembro à primeira quinzena de novembro, as medianas, de fins de novembro a janeiro, e as tardias, de janeiro a fevereiro. No Rio Grande do Sul, os cultivares de pessegueiro chegam a retardar a maturação em um mês em relação a Minas Gerais e São Paulo (ALVARENGA e FORTES, 1985).

Segundo ALVARENGA e SOUZA (1997), a dormência é uma característica biológica normal das frutíferas de clima temperado, que ocorre quando as plantas, a partir do final do outono, perdem suas folhas e entram num período de repouso vegetativo. Elas permanecem em repouso durante todo o inverno, quando necessitam passar por determinado período de baixas temperaturas ($< 7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$) para que possam sair desta dormência, ou seja, florescer, brotar e produzir frutas, normalmente a partir da entrada da primavera. O uso de reguladores vegetais para quebra de dormência pode ser indicado para anos com pouco frio ou para a promoção de uma maior uniformidade na floração e brotação das plantas.

As frutas destinadas ao processamento, ao contrário das utilizadas para o consumo ‘in natura’, devem ser firmes o suficiente para suportar os tratamentos térmicos. Os pêssegos de caroço preso (clingstone) são preferidos para a industrialização (fabricação de compotas), porque, além da coloração amarela da polpa, também apresentam pequenos percentuais de solubilização das pectinas. As cultivares de caroço solto (freestone) têm elevado percentual de solubilização, o que caracteriza a maciez desses frutos preferidos para o consumo ‘in natura’ (CHITARRA, 1994).

A qualidade de uma fruta seja para ser consumida fresca ou processada, depende de numerosos fatores que ocorrem tanto antes como após a colheita. Além das características genéticas de cada cultivar, do clima, solo e tratamentos fitossanitários, as condições de colheita e manuseio são igualmente importantes na manutenção das características do produto (COELHO, 1994).

O ponto ideal de colheita do pêssego está relacionado com seu estágio de maturação. Frutas colhidas muito verdes não chegarão a amadurecer, por outro lado, frutas colhidas muito maduras não chegam ao mercado consumidor. Assim, o ponto ideal consiste em colher as firmes, e com coloração do epicarpo tornando-se amarelo claro nos pêssegos de polpa amarela, e branco nos de polpa branca (STEINBERG, 1989).

A colheita, no Brasil, se dá entre agosto e março, época de entressafra nos grandes mercados consumidores do hemisfério norte, de modo que há boas possibilidades de exportação (EMBRAPA, 1993).

2.2 Fisiologia Pós-Colheita de Pêssegos

De acordo com KADER (1999), amadurecimento é o conjunto de processos que ocorrem do último estágio de crescimento e desenvolvimento até o estágio inicial de senescência e que resulta em características estéticas e/ou qualidade do alimento, evidenciado por mudanças na composição, cor, textura ou outros atributos sensoriais.

Após a colheita da fruta, a respiração torna-se seu principal processo fisiológico, uma vez que ela não depende mais da absorção de água e minerais efetuados pelas raízes, da condução de nutrientes pelo sistema vascular, nem da atividade fotossintética das folhas da planta mãe. A temperatura é um dos mais importantes fatores do meio que influencia a respiração (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Com base na atividade respiratória, um dia a 21°C equivale, em termos de vida do pêssego, a 2, 4, 8 e 16 dias a 15°C, 10°C, 5°C e 0°C, respectivamente (Haller e Harding citados por HARDENBURG et al., 1986).

De acordo com KADER (1992) a capacidade de conservação de um produto hortícola está inversamente relacionada à taxa respiratória, e em muitos casos, com a taxa de produção do etileno.

Outro fenômeno biológico que ocorre nos tecidos vegetais é a transpiração, a qual se dá pela evaporação da água através das estruturas anatômicas. Durante o tempo que estão ligadas à planta, as frutas e hortaliças têm reposição constante de água perdida pela transpiração. Após a colheita a perda de água é contínua, porém com o prejuízo de não ser mais reposta (NEVES FILHO et al., 1997).

Segundo KLUGE et al. (2002), a transpiração é consequência do déficit de pressão de vapor (DPV), que é dado pela diferença entre a pressão de vapor dos espaços intercelulares dos tecidos da fruta e a pressão de vapor do ar circundante a ela. Quanto maior o DPV entre a fruta e o ar circundante maior será a perda de água pela transpiração. O DPV depende da temperatura e da umidade relativa do ar, de modo que para uma mesma temperatura, a transpiração é maior à medida que diminui a umidade relativa, ao passo que para uma mesma umidade relativa, a transpiração é maior com o aumento da temperatura.

A perda de água é a principal causa de deterioração porque resulta não apenas em perdas quantitativas diretas (perda de peso vendável), mas também em perdas na aparência (murchamento), qualidade da textura (amolecimento), e qualidade nutricional. A taxa de transpiração é influenciada por fatores internos ou do produto (características morfológicas e anatômicas, relação superfície/volume, injúrias e estágio de maturidade) e fatores externos ou ambientais (temperatura, umidade relativa, movimento do ar e pressão atmosférica) (KADER, 1992). De acordo com HARDENBURG et al. (1986), a perda de peso máxima admitida em pêssegos é de 11%.

Frutas de pessegueiro, em decorrência do amadurecimento, tendem à perda da coloração verde da casca, devido à degradação da clorofila e, simultaneamente ou posteriormente a este fenômeno, há síntese e acréscimo na concentração de carotenóides, que são os pigmentos predominantes em pêssegos maduros (EREZ e FLORE, 1986). De acordo com CHITARRA e CHITARRA (1990), os carotenóides são, em geral, pigmentos de cor amarela a laranja.

Em pêssegos, segundo COELHO (1994), a textura e a acidez decrescem com o amadurecimento, enquanto que as substâncias redutoras voláteis, normalmente aumentam.

Os sólidos solúveis (SS) são compostos solúveis em água e importantes na determinação da qualidade da fruta. O teor de SS fornece o indicativo da quantidade de açúcares existentes na fruta, considerando que outros compostos, embora em pequenas

proporções também fazem parte, como, por exemplo, ácidos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas. Os teores de SS usualmente aumentam no transcorrer do processo de amadurecimento da fruta. (KLUGE et al., 2002). CHITARRA e CARVALHO (1985) relatam uma variação nos teores de sólidos solúveis em pêssegos da ordem de 8,5 a 15,9%.

A quantificação da relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável está relacionada com o balanço entre açúcares e ácidos presentes na fruta, sendo um importante indicativo do sabor. Esta relação tende a aumentar durante o período de amadurecimento e armazenamento, devido à diminuição da acidez e ao aumento nos teores de sólidos solúveis (KLUGE et al., 2002).

O etileno, um composto orgânico que afeta os processos fisiológicos das plantas, é um produto natural do metabolismo das plantas e é produzido por todos os tecidos das plantas superiores e por alguns microorganismos. Como um hormônio da planta, o etileno regula muitos aspectos de crescimento, desenvolvimento e senescência, e é fisiologicamente ativo em quantidades pequenas (menos que 0,1ppm) (KADER, 1992).

Ainda segundo o mesmo autor, a taxa de produção do etileno aumenta com a maturidade na colheita, com injúrias físicas, com incidência de doenças, com temperaturas acima de 30°C e com o estresse hídrico. Por outro lado, taxas de produção do etileno em produtos hortícolas são reduzidas pelo armazenamento em baixas temperaturas, níveis reduzidos de oxigênio (menos que 8%), e níveis elevados de gás carbônico (mais que 2%) ao redor do produto.

2.3 1-Metilciclopropeno (1 – MCP)

Em meados da década de 90, o Dr. Sisler, da Universidade do Estado da Carolina do Norte (EUA) descobriu que alguns ciclopropenos sintéticos têm-se ligado ao receptor do etileno na célula e previnem a ação fisiológica do etileno por períodos prolongados. Ciclopropeno (CP), 1-metilciclopropeno (1-MCP) e 3,3 dimetilciclopropeno (3,3-DMCP) têm mostrado prevenir o efeito do etileno em várias plantas. CP, 1-MCP e 3,3-DMCP são ativos, mas CP e 1-MCP são cerca de 1.000 vezes mais ativos que o 3,3-DMCP. A maioria dos estudos tem sido feito com 1-MCP, uma vez que ele é mais estável que o CP e mais ativo que o 3,3-DMCP (SISLER e SEREK, 1997).

A recente descoberta feita de que o gás 1-metilciclopropeno (1-MCP) interfere na habilidade das plantas responderem ao etileno representa uma nova e potente ferramenta para o manejo pós-colheita de frutas climatéricas (ARGENTA et al., 2000).

O 1-metilciclopropeno (1-MCP) é um produto inovador que interfere na ação do etileno em frutas armazenadas. Age através de fixação preferencial ao receptor de etileno nos tecidos das plantas, controlando as respostas do etileno procedentes de fontes internas e externas. O 1-MCP é apresentado na forma de pó, e com a adição de uma solução neutra ou água, libera o ingrediente ativo 1-metilciclopropeno, na forma de gás. As frutas e hortaliças colhidas devem ser expostas ao produto em áreas fechadas, tais como armazéns, câmaras frigoríficas, refrigeradores ou contêineres de embarque (ROHM AND HAAS COMPANY, 2000).

Sisler citado por SISLER e SEREK (1999) descobriu que alguns ciclopropenos neutralizam os efeitos do etileno por 10 a 12 dias com uma exposição em concentrações muito baixas. Alguns tecidos requerem 12 dias para se tornarem sensíveis ao etileno novamente. Este tempo de recuperação da atividade sugere que o mesmo receptor se torna ativo novamente ao invés de novos receptores serem formados, embora ambos podem ser parcialmente responsáveis.

O 1-MCP requer dosagens extremamente baixas, em nl l^{-1} , tem modo de ação não tóxico e é muito similar à substância que ocorre naturalmente na planta, o etileno. Além disso, os resíduos nas frutas e hortaliças são extremamente baixos, não detectáveis pelos métodos analíticos tradicionais. O produto tem perfil de segurança bastante favorável demonstrado pelas avaliações de risco baseadas em estudos de segurança, salubridade e ambiental. (PEREIRA e BELTRAN, 2002).

Segundo os mesmos autores o 1-MCP já tem aprovação para produtos agrícolas na África do Sul, Argentina, Chile, EUA, Guatemala, México e Nova Zelândia. O registro no Brasil foi aprovado em julho de 2003 para uso em maçã, melão, manga, abacate, goiaba, tomate e banana. O 1-MCP tem grande potencial no controle da atividade do etileno em pós-colheita de produtos hortícolas, incluindo a redução de perdas através da manutenção dos parâmetros de qualidade por maior tempo de armazenamento e comercialização; a possibilidade de misturar produtos com diferentes níveis de produção e sensibilidade ao

etileno; o aumento da competitividade no mercado e a expansão das oportunidades de exportação dos países produtores.

Ameixas dos cultivares Gulfruby e Beauty tratadas com 1-MCP a 13; 26 e 39 $\mu\text{l l}^{-1}$ expostas por 6 ou 24 horas à 20°C tiveram o início do climatérico do etileno atrasado em 4, 6 e 6 dias respectivamente, comparado com as frutas controle (sem 1-MCP). A mudança na cor da casca iniciou antes que a produção de etileno pudesse ser detectada, contudo, a produção da cor pode ser dependente ou independente do etileno. Este estudo mostrou que o 1-MCP tem potencial para controlar o amadurecimento destas ameixas e que o 1-MCP em conjunto com manuseio e condições ambientais apropriadas, estenderão o período de armazenamento de ameixas e outras frutas, permitindo o transporte via marítima a mercados distantes (ABDI et al., 1998).

FENG et al. (2000) estudaram o amadurecimento de abacate dos cultivares Ettinger, Hass, Reed e Fuerte submetidos à aplicação de 0,5; 1; 5; 15; 30; 50 e 70 nl l^{-1} de 1-MCP por 24 horas à 22°C. Em seguida as frutas foram ventiladas cerca de 30 minutos e então expostas a 300 $\mu\text{l l}^{-1}$ de etileno também por 24 horas à 22°C. As dosagens de 1-MCP de 0,5; 1 ou 5 nl l^{-1} não afetaram o amadurecimento. A dose de 15 nl l^{-1} de 1-MCP teve um efeito moderado, atrasando o pico climatérico em cerca de 6 dias. As concentrações de 30, 50 e 70 nl l^{-1} causaram atraso no amadurecimento. O pico da produção de etileno foi retardado em 12-13 dias. O tratamento com 1-MCP também atrasou o amolecimento das frutas. Estes resultados mostraram que o 1-MCP foi capaz de proteger o tecido contra o etileno, provavelmente bloqueando o sítio de ligação do etileno.

Damascos em dois estádios de maturação foram tratados com 1 $\mu\text{l l}^{-1}$ de 1-MCP por um período de 4 horas à 20°C sendo armazenados a 0 e 20°C. A máxima produção de etileno nas frutas tratadas com 1-MCP foi atrasada em 2 dias, comparada com as frutas controle no estádio de maturação 1 (levemente verde). No estádio 2 de maturação (cor de palha na maior parte da fruta) a produção máxima de etileno atrasou em 6 dias em comparação com as frutas não tratadas com 1-MCP. O tratamento com 1-MCP resultou na redução da taxa respiratória da fruta embora após 14 e 12 dias nos estádios de maturação 1 e 2 respectivamente, a taxa respiratória das frutas tratadas tenha se aproximado à taxa das frutas controle. Frutas tratadas com 1-MCP tiveram menor firmeza comparadas com as controle após armazenamento em ambos estádios de maturação. A acidez foi maior nas frutas tratadas quando comparadas com

as não tratadas com 1-MCP. No estágio de maturação 1, as frutas com 1-MCP ficaram mais verdes que as controle; nenhuma diferença foi observada no estágio de maturação 2. O 1-MCP pode efetivamente prolongar o armazenamento de damascos em ambas temperaturas, 0°C e 20°C (FAN et al., 2000).

ARGENTA et al. (2003) relatam que o retardo do climatério respiratório e da produção de etileno pelo tratamento com 1-MCP em ameixas foi associado à redução da taxa de amolecimento da polpa das frutas. O tratamento com 1-MCP também retardou a perda da acidez titulável e as mudanças de coloração da polpa, mas teve pequeno ou nenhum efeito sobre o teor de sólidos solúveis.

Pêssegos do cultivar Chiripá submetidos a aplicação do 1-MCP apresentaram maiores valores de firmeza e acidez titulável quando comparados às frutas controle. Não houve diferença no teor de sólidos solúveis e na coloração da epiderme dos pêssegos (GIRARDI et al., 2003).

KLUGE e JACOMINO (2002) estudaram o efeito das concentrações de 100, 300 e 900nl l⁻¹ de 1-MCP em pêssegos. Verificaram que pêssegos tratados com a concentração de 100nl l⁻¹ de 1-MCP apresentaram maior firmeza de polpa e menor perda de coloração de fundo se comparados com as frutas não tratadas. Observaram também que as concentrações de 300 e 900nl l⁻¹ do 1-MCP não promoveram melhores resultados. Relatam ainda que o 1-MCP apresenta potencial de aplicação comercial em pêssegos, visando retardar o amadurecimento e aumentar sua vida útil de prateleira.

Maçãs ‘Fuji’ tratadas com 1-MCP preservaram mais a firmeza da polpa e a acidez titulável e exibiram menor amarelecimento da epiderme que as frutas controle (ARGENTA et al., 2001).

HOFMAN et al. (2001) relatam que o tratamento com 1-MCP aumentou o número de dias de vida útil de abacates, maçãs, mangas e mamões em 4,4; 3,4; 5,1 e 15,6 dias, respectivamente.

No mesmo sentido BOTREL et al. (2002) relatam que a técnica do 1-MCP apresenta-se como uma alternativa para prolongar a vida útil da banana prata-anã, porém ocorre heterogeneidade no amadurecimento após a sua retomada.

Diversos autores mostram que o 1-MCP interfere na ação do etileno e no amadurecimento de várias espécies de frutas, como maçãs (BRACKMANN et al., 2004;

CORRENT et al., 2004; RUPASINGHE et al., 2000), kiwis (NEVES et al., 2003), caquis (GIRARDI et al., 2003; BRACKMANN et al., 2003), mamões (JACOMINO et al., 2002), abacates (KLUGE et al., 2002) e laranjas (PORAT et al., 1999).

2.4 Resfriamento Rápido de Pêssegos

O resfriamento é geralmente considerado como a remoção do calor de campo de produtos recém-colhidos visando a manutenção do frescor e do aroma da pré-colheita. O termo resfriamento rápido implica na remoção do calor antes do produto ser transportado para mercados distantes, processado ou armazenado. Alguns produtos são lentamente resfriados no ambiente no qual eles são armazenados. O resfriamento rápido é geralmente feito separado, dentro de poucas horas ou até mesmo minutos. Entretanto, o resfriamento na câmara de armazenagem não é considerado resfriamento rápido (ASHRAE, 1998).

Para quantificar o processo de resfriamento, tanto em termos de tempo como de temperatura, são empregados diversos parâmetros. Os mais comuns são o tempo de meio (1/2) resfriamento e o tempo de sete-oitavos (7/8) de resfriamento. Estes termos são comumente usados nos cálculos de estimativas de resfriamento de produtos frescos (LEAL e CORTEZ, 1998).

O tempo de meio (1/2) resfriamento é o tempo necessário para reduzir pela metade a diferença entre a temperatura inicial do produto e a temperatura do meio de resfriamento (ASHRAE, 1998).

O tempo de sete-oitavos (7/8) de resfriamento é o tempo requerido para reduzir de 7/8 a diferença entre a temperatura inicial do produto e a temperatura do meio de resfriamento (CHAU, 2001).

Segundo ASHRAE (1994), o tempo de meio (1/2) resfriamento e o tempo de sete-oitavos (7/8) de resfriamento podem ser determinados pela Taxa Adimensional de Temperatura (TAT), conforme as equações:

$$TAT_{(1/2)} = (T_p - T_a)/(T_i - T_a) = 0,5 \quad (1)$$

$$TAT_{(7/8)} = (T_p - T_a)/(T_i - T_a) = 0,125 \quad (2)$$

Onde T_p é a temperatura em (°C) medida no produto durante o resfriamento, T_i é a temperatura em (°C) inicial do fruto, e T_a é a temperatura em (°C) do meio de resfriamento.

Existem quatro métodos principais de remoção rápida do calor dos produtos hortícolas, dependendo do meio refrigerante utilizado. São eles o resfriamento com ar-forçado, com água gelada, com gelo e a vácuo. (CORTEZ et al., 2002; ASHRAE, 1998; KAYS, 1991; CHITARRA e CHITARRA, 1990).

O resfriamento em água tem sido muito recomendado e usado nos Estados Unidos, onde os resultados parecem ser benéficos para o pêssgo (HARDENBURG et al., 1986), entretanto, no Brasil, parece que este método não tem apresentado bons resultados, pois tem favorecido o ataque de patógenos (BRACKMANN et al., 2001).

Ainda segundo os mesmos autores, no Brasil, ao contrário de outros países como Chile e Estados Unidos, a precipitação pluvial, durante o desenvolvimento e a maturação das frutas, é muito elevada. Em consequência, grande quantidade de inóculo é levada junto com as frutas após a colheita, o que, durante o armazenamento, com a umidade relativa elevada, pode propiciar maior ataque dos patógenos. Desta forma, o uso do resfriamento rápido com ar-forçado parece ser o mais indicado no resfriamento de pêssgos no Brasil.

O método de resfriamento rápido por ar-forçado é adaptável a produtos diversos, como frutas de caroço, citros, maçã, cereja, uva, dentre outras (BLEINROTH, 1992).

De acordo com CORTEZ et al. (2002), o resfriamento rápido por ar-forçado consiste em colocar as caixas com produtos dentro de uma estrutura forrada com uma lona térmica no extremo da qual há um ventilador. O ventilador trabalha como exaustor provocando um fluxo de ar forçado através do volume de caixas, criando assim uma pressão negativa. A montagem deste sistema deve ser feita no interior de uma câmara frigorífica convencional. Assim, o ar que passa através das caixas no interior do duto é o ar frio que sai do evaporador do sistema de refrigeração da câmara frigorífica.

A vantagem deste método é que o movimento do ar é sempre na direção do ar frio para o produto quente evitando a condensação de água sobre o produto que é comum nas câmaras frigoríficas. Por outro lado, as principais desvantagens são a demanda de manuseio adicional do produto, a dificuldade no uso de embalagens secundárias que protegem o produto, o resfriamento desigual, uma vez que a temperatura desejada é atingida antes por alguns produtos que por outros, e o tempo de resfriamento é mais lento do que com resfriamento a água ou vácuo (CORTEZ et al., 2002).

De acordo com Mitchel citado por TERUEL et al. (2003), em geral, o sistema de circulação forçada do ar resfria em 1/4 a 1/10 em relação ao tempo exigido em câmaras convencionais, mas ainda é duas a três vezes mais lento que o resfriamento com água gelada. A relação entre o tempo e a temperatura é o que caracteriza a eficiência do resfriamento, desta forma quanto menor for o tempo de resfriamento, maior será a eficiência do sistema, o que se traduz em produtos que mantêm a sua qualidade e uma vida de prateleira maior.

Pêssegos submetidos ao resfriamento rápido com ar-forçado apresentaram tempo de meio resfriamento de 1 hora enquanto que o resfriamento no sistema convencional em câmaras frigoríficas demorou 6 horas (Mitchell citado por CORTEZ et al., 2002).

LEAL e CORTEZ (1998) relatam que o tempo de resfriamento é função das dimensões das caixas, da área de abertura destas, da forma de distribuição das mesmas, além das características do produto (temperatura, calor específico e forma geométrica).

TERUEL et al. (2002) comprovaram que em bananas submetidas ao resfriamento rápido com ar-forçado as perdas de massa fresca podem ser consideradas desprezíveis, não afetando a qualidade das frutas. Demonstraram também que o tempo de resfriamento é menor quando se utiliza taxas de ar maiores e embalagens com áreas de abertura também maiores.

TERUEL et al. (2004) trabalhando com produtos hortícolas de tamanhos diferentes verificaram que o tempo de resfriamento varia proporcionalmente com o volume, de modo que frutas maiores foram resfriadas em tempos maiores quando comparadas com as frutas de menores tamanhos.

SARRIA (2003) comparou a conservação do figo 'Roxo de Valinhos' submetido ao resfriamento rápido com ar-forçado com o resfriamento lento na câmara frigorífica. Verificou que a fruta fresca, para consumo, conserva-se bem até o 36º dia de armazenamento refrigerado a $1\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 85% de UR, sempre que resfriada rapidamente até a temperatura final de 1°C , ao passo que quando o figo é resfriado lentamente, conserva-se bem até o 28º dia de armazenamento refrigerado.

Nas câmaras convencionais, o ar circula livremente pela câmara, a velocidades relativamente baixas (menores que 1m/s) sem seguir algum caminho preferencial. Nos sistemas com circulação forçada, o ar é conduzido por entre o volume de caixas, a velocidades mais altas (entre 1 a 5 m/s) o que faz com que o processo de transferência de calor seja mais intenso e os tempos de resfriamento menores (TERUEL et al., 2001).

Este método de resfriamento rápido com ar-forçado apresenta várias vantagens como o consumo de um produto de boa qualidade, menores perdas para o comerciante, aumento no tempo de comercialização com menor desperdício e maiores ganhos (ASHRAE, 1994).

2.5 Armazenamento Refrigerado de Pêssegos

2.5.1 Temperatura

De acordo com CHITARRA e CHITARRA (1990) a refrigeração é o método mais econômico para o armazenamento prolongado de frutas e hortaliças frescas. Os demais métodos de controle do amadurecimento e das doenças são utilizados como complemento do abaixamento da temperatura.

Em muitos produtos perecíveis a qualidade comestível aumenta após a colheita e depois decai rapidamente, se não for utilizado o processo de armazenamento a frio. Sem o uso da refrigeração, as deteriorações são mais rápidas devido à alta taxa metabólica decorrente da respiração. Havendo redução da respiração há, em consequência, redução nas perdas de aroma, sabor, textura, cor e demais atributos de qualidade dos produtos. Entretanto, essa taxa deve ser mantida em nível mínimo, suficiente para manter as células vivas, de forma a preservar a qualidade dos produtos durante todo o período de armazenamento (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

2.5.2 Umidade relativa (UR)

O controle da UR durante o armazenamento é imprescindível, uma vez que valores mantidos abaixo dos requeridos pelo produto promovem perda de umidade, tornando-os imprestáveis para a comercialização. Por outro lado, UR próximas da saturação (98 a 100%), poderão ocasionar o desenvolvimento excessivo de microorganismos patogênicos, bem como rachaduras na superfície do produto. Por essa razão, há necessidade de um controle, associado à temperatura de armazenamento (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

A umidade relativa nas câmaras frigoríficas estabelece a qualidade externa do produto e a sua perda de peso. A perda de água pelos produtos frutícolas colhidos é a causa principal de deterioração. Alguma perda de água pode ser tolerada, mas as responsáveis pelo murchamento ou enrugamento devem ser evitadas. Para reduzir ao mínimo a perda de água,

devem ser usados bons processos de manuseio. É essencial que se apliquem as bases recomendadas para a UR e a temperatura durante o armazenamento (BLEINROTH, 1992).

2.5.3 Circulação do ar

A circulação do ar na câmara tem duas funções: homogeneizar a distribuição do frio e da umidade relativa e conduzir o frio do evaporador para o seu interior. Em consideração à perda de umidade do produto, a velocidade de circulação do ar não deve ser muito alta, isto é, não deve estar acima de 0,2m/segundo. Isso corresponde de 20 a 30 vezes o volume da câmara, por hora, de ar em movimento (BLEINROTH, 1992).

A movimentação do ar não terá efeito sobre a perda de peso do produto, se a UR for mantida elevada. Entretanto, produtos mantidos em recintos com baixa UR, sem circulação de ar, apresentam enrugamento menor do que se houvesse circulação. Esse fato se deve à transpiração dos produtos no ambiente, o que causa aumento na umidade do ar adjacente ao produto. Portanto, a perda total de água diminui (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

2.5.4 Recomendações para pêssegos

De acordo com CHITARRA e CHITARRA (1990), as condições recomendadas para o armazenamento do pêssego são de $-0,5^{\circ}\text{C}$ a 0°C e 90-95% de UR, com tempo de conservação variando de 2 a 4 semanas.

Segundo ASHRAE (1990), temperatura de $-0,5^{\circ}\text{C}$ a 0°C e UR de 90% são recomendadas para o armazenamento de pêssegos por um período de 2 a 4 semanas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi dividido em duas etapas para melhor quantificar os efeitos do 1-MCP e do resfriamento rápido com ar-forçado na qualidade e conservação dos pêssegos. Desta forma, na primeira etapa foram testadas diferentes concentrações do 1-MCP aplicado nas temperaturas de 0°C e 20°C e, na etapa seguinte foi feita uma combinação entre o melhor tratamento obtido na primeira etapa com o resfriamento rápido em ar-forçado.

3.1 Matéria-prima

3.1.1 Etapa 1

Esta primeira etapa do experimento foi desenvolvida com pêssegos do cultivar Aurora I provenientes do município de Atibaia – SP, distante de Campinas, do local do experimento, 75 Km.

Os pêssegos foram colhidos no período da manhã, quando a temperatura é mais amena. Após a colheita, as frutas passaram por classificação de tamanho, sendo selecionados os pêssegos tipo 10, ou seja, 10 unidades da fruta por caixa. Os pêssegos ficaram armazenados em caixas de papelão com dimensões de 225 x 205 x 60 mm. (Figura 01).

No mesmo dia da colheita as frutas foram transportadas, sem refrigeração, até o Laboratório de Pós-Colheita da FEAGRI/UNICAMP, onde se deu início à aplicação dos tratamentos.

Esta etapa ocorreu no período de 29/10/03 a 05/12/03, que corresponde a cinco semanas de armazenamento.



Figura 01. Caixa de papelão contendo 10 pêssegos do cultivar Aurora I.

3.1.2 Etapa 2

Nesta segunda etapa da fase experimental foram utilizados pêssegos do cultivar Natal, provenientes do mesmo produtor citado na primeira etapa.

Os pêssegos foram colhidos no período da manhã, e logo após a colheita passaram por classificação de tamanho, sendo selecionados os pêssegos tipo 12, ou seja, 12 unidades da fruta por caixa. Esta caixa foi a mesma que se utilizou na etapa anterior, porém, com maior número de frutas por caixa em função das frutas serem um pouco menores.

No período da tarde, no mesmo dia da colheita, os pêssegos foram levados até o Laboratório de Pós-Colheita da FEAGRI/UNICAMP. A partir daí, procedeu-se à aplicação dos tratamentos. Esta etapa ocorreu no período de 07/01/04 a 13/02/04, que equivale a cinco semanas de armazenamento.

Em ambas as etapas foram avaliadas as seguintes características físicas numa amostra de 20 pêssegos:

- Dimensões: foram medidas as dimensões longitudinal e transversal com o auxílio de um paquímetro digital da marca Mitutoyo, modelo CD-6" C com resolução de 0,01mm, conforme recomendações de (MOHSENIN, 1986).
- Forma: foi obtida com base nas dimensões acima citadas de acordo com (MOHSENIN, 1986).

- Massa: foi determinada por meio de pesagem em balança analítica com precisão de 0,001g.
- Densidade: foi obtida através da relação entre a massa e o volume de água deslocado pela fruta em proveta de 2 L (MOHSENIN, 1986).
- Partes componentes da fruta: foi determinada através da pesagem direta da fruta, assim como o peso proporcional do epicarpo, mesocarpo e endocarpo do pêssego.

3.2 Tratamentos

3.2.1 Etapa 1

Na primeira etapa foram avaliadas diferentes concentrações de 1-MCP e temperatura de aplicação deste gás, por tempo determinado de 12 horas, buscando definir o melhor tratamento na conservação pós-colheita de pêssegos.

Foram testadas duas temperaturas de aplicação do gás em função da temperatura apresentar uma possível influência no volume deste gás, baseando-se na Lei dos Gases, a qual pode ser obtida pela equação:

$$V = K(T/P) \quad (3)$$

onde o volume de um gás é igual a temperatura dividida pela pressão vezes uma constante (K). Se a temperatura, pressão ou volume de um gás dentro ou ao redor de um produto colhido é alterado, o modo de interação deste gás com o produto será alterado (KAYS, 1991).

Assim, baseado nesta teoria, estudou-se duas temperaturas diferentes para a aplicação do gás (0°C e 20°C) buscando definir em qual temperatura o 1-MCP atuaria de forma mais eficiente.

Foram adquiridas 124 caixas de papelão com 10 unidades de pêssegos cada, das quais 60 caixas ficaram armazenadas à temperatura de 0°C, outras 60 à 20°C, sendo as 4 caixas restantes utilizadas para as análises do dia zero.

Câmaras herméticas foram construídas para a aplicação do produto SmartFresh utilizando-se de caixas plásticas de 350L com tampa de acrílico para melhor visualização, com vedação de borracha. Na lateral desta caixa foi colocado um par de luvas de borracha, devidamente preso de forma a evitar trocas do ar do interior e exterior da caixa. (Figura 02).



Figura 02. Câmara hermética para a aplicação do gás 1-MCP.

Para a obtenção do 1-MCP na forma de gás, o produto SmartFresh 0,14% - que se apresenta na forma de pó - foi dissolvido em água deionizada à temperatura ambiente. Este produto foi colocado num frasco hermético de vidro de 80 ml onde foi misturado com 3ml de água injetada com o auxílio de uma seringa, sendo posteriormente agitado até total dissolução. (Figura 03). Este frasco foi colocado dentro da câmara hermética e em seguida colocou-se os pêssegos e a câmara foi fechada. Com o auxílio do par de luvas fixado na câmara hermética foi possível abrir o frasco contendo 1-MCP já com a câmara vedada. As frutas do tratamento controle foram mantidas nas mesmas condições, porém, sem tratamento com 1-MCP.



Figura 03. Injeção de água nos frascos de vidro contendo o 1-MCP na forma de pó.

Com o auxílio de um termômetro de polpa fez-se leituras da temperatura da polpa de algumas frutas até atingirem a temperatura estipulada para a aplicação do gás.

Foram testadas as concentrações de 30, 60 e 90 nl l⁻¹ de 1-MCP nas temperaturas de 0°C e 20°C, constituindo os seguintes tratamentos:

- ❖ 0 nl l⁻¹ de 1-MCP à 0°C (controle à 0°C)
- ❖ 30 nl l⁻¹ de 1-MCP à 0°C
- ❖ 60 nl l⁻¹ de 1-MCP à 0°C
- ❖ 90 nl l⁻¹ de 1-MCP à 0°C
- ❖ 0 nl l⁻¹ de 1-MCP à 20°C (controle à 20°C)
- ❖ 30 nl l⁻¹ de 1-MCP à 20°C
- ❖ 60 nl l⁻¹ de 1-MCP à 20°C
- ❖ 90 nl l⁻¹ de 1-MCP à 20°C

Para as concentrações de 30, 60 e 90 nl l⁻¹ foram pesados, respectivamente, 0,0168g, 0,0336g e 0,0504g do produto SmartFresh por câmara de aplicação, de acordo com as recomendações do fabricante.

Um lote de pêssago atingiu a temperatura de 20°C após permanecer aproximadamente 5 horas em uma câmara convencional a 20°C. A partir daí estes pêssagos foram acondicionados nas câmaras herméticas sob exposição do gás 1-MCP por um período de 12 horas. Após estas 12 horas de exposição ao gás, os pêssagos foram retirados da câmara hermética e armazenados em câmara fria a 0 ± 1°C e UR entre 98 e 99 %, por um período de 5 semanas.

Por volta de 19 horas de armazenamento em uma câmara convencional a 0°C, outro lote de pêssago alcançou esta temperatura e foi exposto ao gás 1-MCP por um período de 12 horas na câmara hermética. Após este período, as frutas foram armazenadas em câmara fria a 0 ± 1°C e UR entre 98 e 99 %, juntamente com os pêssagos que já haviam sido expostos ao gás 1-MCP na temperatura de 20°C. (Figura 04).



Figura 04. Câmara fria convencional onde os pêssegos ficaram armazenados.

3.2.2 Etapa 2

Na segunda etapa do experimento foi realizada uma combinação entre o tratamento da primeira etapa que apresentou melhor conservação dos pêssegos com o resfriamento rápido em ar-forçado. Assim, nesta segunda etapa testou-se a concentração de 90 nl l^{-1} de 1-MCP aplicado à 0°C com o resfriamento rápido em ar-forçado.

Foram adquiridas 60 caixas de papelão com 12 unidades de pêssegos, das quais 28 caixas foram colocadas no ar-forçado, outras 28 no armazenamento convencional em câmara fria, sendo as 4 caixas restantes utilizadas para as análises do dia zero.

As caixas de papelão com dimensões de $225 \times 205 \times 60 \text{ mm}$ e uma área de abertura de 2,6% foram empilhadas de maneira simétrica em relação ao ventilador centrífugo, formando-se duas colunas de caixas com sete caixas em cada coluna, em ambos os lados do ventilador centrífugo.

Dentro da câmara fria convencional foi montado o sistema de resfriamento com ar-forçado com o auxílio de um ventilador centrífugo, o qual tem a função de forçar o ar frio que sai do evaporador a passar entre as caixas de pêssegos, e entre as caixas e as frutas, refrigerando-as. (Figura 05). Com o auxílio de termopares inseridos nas frutas, foi possível acompanhar o resfriamento dos pêssegos através do Programa AqDados. O resfriamento foi realizado com o tempo de $\frac{7}{8}$ de resfriamento.

Para a determinação do tempo de resfriamento foram usados os dados obtidos a partir das temperaturas lidas nas frutas e calculada a Taxa Adimensional de Temperatura (TAT).

Quando a TAT for igual a 0,125, as frutas atingem o tempo de 7/8 de resfriamento, ou seja, o tempo necessário para reduzir a 1/8 a diferença entre a temperatura inicial do produto e a temperatura do meio de resfriamento, conforme a equação:

$$TAT_{7/8} = (T_c - T_a)/(T_i - T_a) = 0,125 \quad (4)$$

onde T_c é a temperatura em (°C) no centro da fruta, T_a é a temperatura em (°C) do ar de resfriamento e T_i é a temperatura em (°C) inicial da fruta.

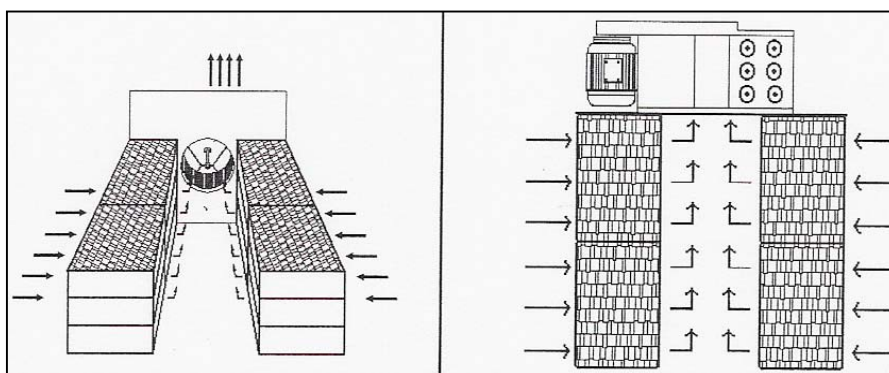


Figura 05. Vista em perspectiva e superior do túnel de resfriamento rápido por ar-forçado (CORTEZ et al., 2002).

O fluxo de ar utilizado foi de 8 L s^{-1} . Na literatura há indicações de que a taxa de ar deve estar entre 1 e 6 L s^{-1} por kg de produto (Fraser citado por TERUEL et al., 2002), entretanto, este valor acima do recomendado não afetou a perda de massa fresca das frutas.

Na figura 06 tem-se as curvas de resfriamento rápido com ar-forçado obtidas a partir de dados experimentais.

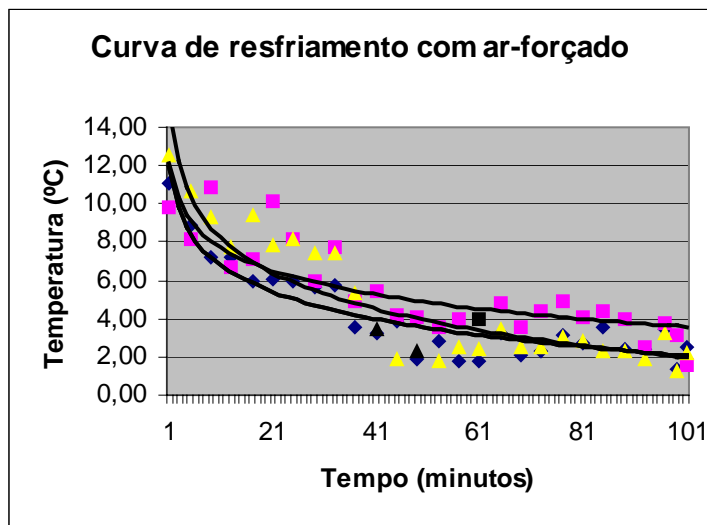


Figura 06. Curvas de resfriamento rápido com ar-forçado em pêssegos cv. Natal.

Após 100 minutos de exposição ao ar-forçado, os pêssegos atingiram a temperatura de 7/8 de resfriamento, ou seja, passaram de 11,15°C iniciais, em média, para 1,38°C, sendo a temperatura do ar igual a 0°C. Em seguida foram transferidos para a câmara fria a $0 \pm 1^\circ\text{C}$ e UR entre 80 e 98%, sendo armazenados por cinco semanas.

Outro lote de pêssego, após sofrer o resfriamento rápido, foi acondicionado em câmara hermética sob exposição do gás 1-MCP por um período de 12 horas. Após este período de exposição ao gás, os pêssegos foram retirados da câmara hermética e armazenados em câmara fria a $0 \pm 1^\circ\text{C}$ e UR entre 80 e 98 %, juntamente com as frutas que sofreram o resfriamento rápido.

Depois de 16 horas de armazenamento convencional na temperatura de 0°C, outro lote de pêssego foi exposto ao gás 1-MCP por 12 horas na câmara hermética. Após este período, as frutas foram armazenadas em câmara fria a $0 \pm 1^\circ\text{C}$ e UR entre 80 e 98 %, durante cinco semanas.

Desta forma foram aplicados os tratamentos:

- ↪ RR + AR
- ↪ RR + 90nl l⁻¹ de 1-MCP à 0°C + AR
- ↪ 90nl l⁻¹ de 1-MCP à 0°C + AR
- ↪ AR (controle).

Legendas: AR = armazenamento refrigerado; RR = resfriamento rápido.

3.3 Avaliações Após os Tratamentos

Foram feitas avaliações fisiológicas e sensoriais.

As avaliações foram feitas semanalmente, com exceção das análises do CO₂ e etileno, os quais foram avaliados aos 0, 2, 4, 6, 9, 12, 15, 22, 29 e 36 dias de armazenamento.

3.3.1 Fisiológicas

➤ Perda de massa fresca – as frutas foram pesadas em balança semi-analítica (com 3 casas decimais) e os resultados foram obtidos através da relação entre o peso inicial de cada fruta no dia da aplicação do tratamento e o seu peso ao longo das avaliações, relação esta expressa em porcentagem de perda de massa fresca. Estes pêssegos foram numerados e mantidos intactos ao longo do experimento. Na primeira etapa foram feitas três repetições por tratamento, e, na segunda etapa quatro repetições por tratamento, sendo cada repetição composta por três pêssegos.

➤ Cor da casca – foi obtida através do Espectrofotômetro de Reflectância Incluída, modelo ColorQuest II, marca HunterLab, e sistema de cor L, a, b CIELAB (LITTLE, 1982). As leituras foram feitas sempre na mesma fruta ao longo do armazenamento. Na primeira etapa foram feitas três repetições por tratamento, e, na segunda etapa quatro repetições por tratamento, sendo cada repetição composta por três pêssegos. (Figura 07).



Figura 07. Leitura da cor de fundo do epicarpo do pêssego.

➤ Firmeza – foi determinada através do uso do Texturômetro modelo TA – XT2i, marca Stable Micro Systems, procedendo-se a uma leitura na região equatorial das frutas, sendo os resultados expressos em Newtons (N) (Figura 08) (MEDLICOTT, 1985). Na primeira etapa foram feitas três repetições por tratamento, e, na segunda etapa quatro repetições por tratamento, sendo cada repetição composta por três pêssegos.



Figura 08. Medição da firmeza dos pêssegos pelo texturômetro.

➤ Produção de etileno e CO_2 – os pêssegos foram colocados em recipientes herméticos sendo que após uma hora de acondicionamento à 0°C em estufa tipo BOD, foram determinadas as concentrações de etileno e CO_2 usando cromatografia gasosa. Este método de determinação consiste na coleta de alíquotas de 1 ml de gás, utilizando uma seringa hermética. A análise de gases foi feita no cromatógrafo de gases Varian 3400, com detector de condutividade térmica para medir as concentrações de CO_2 e um detector de ionização de chama para mensurar as concentrações de etileno. As taxas de produção de C_2H_4 e CO_2 foram calculadas em função da área ocupada por cada um destes gases na amostra injetada no aparelho (PADULA et al., 1989). Foram feitas três repetições por tratamento na primeira etapa e quatro repetições por tratamento na segunda etapa, sendo cada repetição composta por três pêssegos. Cada repetição foi colocada em recipientes separados.

➤ pH – foi realizado por potenciometria, conforme técnica descrita pelo (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

➤ Acidez titulável (AT) – foi expressa em gramas de ácido cítrico 100g^{-1} de polpa, sendo determinada através da titulação de 10 gramas de polpa homogeneizada e diluída até 100ml de água destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1N, tendo como indicador o ponto de viragem da fenolftaleína, que se dá quando o potenciômetro atinge o pH de 8,1. (AOAC, 1980).

➤ Sólidos solúveis (SS) – foi obtido através de leitura direta em refratômetro e expresso em °Brix, conforme recomendações feitas pela (AOAC, 1980).

➤ “Ratio” (SS/AT) – foi obtido através da relação entre os teores de sólidos solúveis e acidez titulável (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

3.3.2 Sensoriais

➤ Foi feita por um grupo de 12 provadores treinados, utilizando o Teste de Ordenação, o qual permite a comparação de três ou mais amostras com relação a um determinado atributo. Os julgadores foram solicitados a ordenar as amostras (colocando-as em ordem crescente ou decrescente) quanto a intensidade de determinado atributo. Os julgadores avaliaram as amostras quanto a cor, firmeza e sabor (FERREIRA et al., 2000). (Tabela 01).

Tabela 01. Modelo das fichas utilizadas na análise sensorial.

NOME:.....DATA.....							
<p>Você está recebendo 8 amostras de pêssgo. Por favor, avalie cada uma das amostras codificadas, ordenando-as da esquerda para a direita, em relação a intensidade de cor.</p>							
AMOSTRAS							
menos amarelo				mais amarelo			
<p>Por favor, agora ordene as amostras, da esquerda para a direita, em relação a intensidade de textura.</p>							
AMOSTRAS							
menos firme				mais firme			
<p>Por favor, agora ordene as amostras, da esquerda para a direita, em relação a intensidade de sabor.</p>							
AMOSTRAS							
menos doce				mais doce			

3.4 Delineamento Experimental

A unidade experimental ou parcela compôs-se por três frutas.

3.4.1 Etapa 1

Foram realizados 8 tratamentos com 3 repetições no delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2x4x6 onde se estudou os efeitos da temperatura de aplicação do 1-MCP (0°C e 20°C), as concentrações deste gás (0, 30, 60 e 90nl l⁻¹), e o tempo de armazenamento. Para a comparação entre as médias utilizou-se o teste Tukey.

3.4.2 Etapa 2

Foram realizados 4 tratamentos com 4 repetições no delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4x6 onde se estudou os efeitos dos diferentes tratamentos (**1.** AR (controle); **2.** RR + AR; **3.** RR + 90nl l⁻¹ de 1-MCP à 0°C + AR e **4.** 90nl l⁻¹ de 1-MCP à 0°C + AR) com o tempo de armazenamento. Foi empregado o teste Tukey para a comparação entre as médias.

Legendas: AR = armazenamento refrigerado; RR = resfriamento rápido.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características avaliadas nos dois cultivares de pêssegos estudados são apresentadas a seguir (Tabela 02).

Tabela 02. Descrição dos pêssegos dos cultivares Aurora I e Natal.

Cultivar	Dimensões (mm)		Forma	Massa (g)	Vol. Água deslocado (ml)	Densidade	Partes Componentes das Frutas (%)		
	Longit.	Transv.					Epicarpo	Mesocarpo	Endocarpo
AURORA I	69,48	59,78	oblongo	109,422	120	0,914	20,22	73,13	6,63
NATAL	57,50	56,61	oblongo	91,689	98	0,935	19,50	75,53	4,96

De acordo com MOHSENIN (1986) as dimensões longitudinal e transversal medidas nos dois cultivares estudados permitiram descrever a forma oblonga dos pêssegos.

4.1 Etapa 1

4.1.1 Perda de massa fresca

As diferentes concentrações de 1-MCP aplicadas nas diferentes temperaturas não influenciaram na perda de massa fresca dos pêssegos. Apenas o fator tempo interferiu neste parâmetro, de modo que no decorrer do período experimental a perda de massa fresca foi aumentando significativamente. (Figura 09).

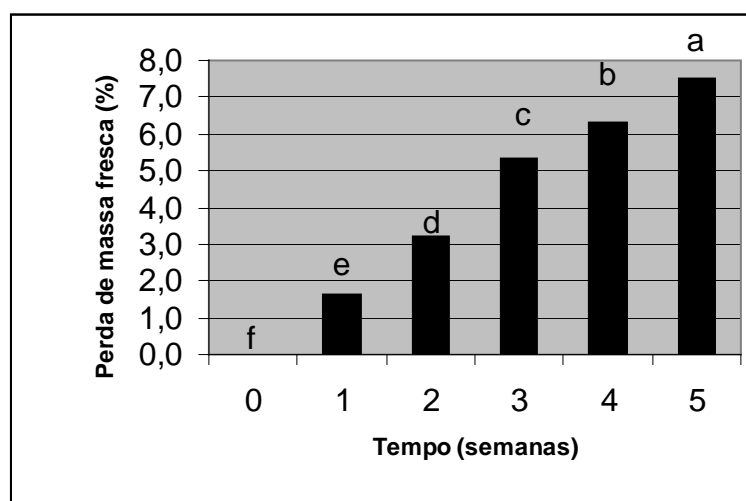


Figura 09. Perda de massa fresca de pêssegos cv. Aurora I.

PORAT et al. (1999) também não encontraram interferência do 1-MCP sobre a perda de peso em laranjas. Resultados semelhantes também foram observados em abacate, maçã e manga (HOFMANN et al., 2001).

Durante o armazenamento a temperatura variou de $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ e a UR permaneceu entre 98 e 99%. Estes dados encontram apoio em KAYS (1991), o qual relata que há pequena, mas consistente flutuação na temperatura do ar em câmaras de armazenamento refrigerado devido ao termostato ligar e desligar. Estas diferenças na temperatura têm um efeito significativo na quantidade de vapor de água presente no ar, fazendo com que o produto perca umidade para o ambiente. Dessa maneira, é possível que os pêssegos tenham perdido água para o ambiente, sem, entretanto, sofrerem influência do 1-MCP.

4.1.2 Cor do epicarpo

Foram avaliadas as variáveis a^* e b^* , as quais representam o croma.

Analisando-se a^* que mede a coloração do verde ao vermelho, nas duas temperaturas de aplicação do gás, não ocorreu diferença significativa entre as concentrações de 1-MCP, entretanto, a temperatura e o tempo, isoladamente, interferiram nos valores de a^* .

Comparando-se as duas temperaturas estudadas, os pêssegos mantidos a 0°C ficaram mais verdes do que aqueles mantidos a 20°C . (Tabela 03).

Tabela 03. Cor de fundo do epicarpo de pêssegos cv. Aurora I.

Tratamentos	Valores de a^*
20°C	-13,2340 a
0°C	-11,0856 b

Estes dados confirmam que havendo redução na temperatura, há redução na respiração, e em consequência, redução nas perdas de aroma, sabor, textura, cor e demais atributos de qualidade dos produtos, concordando com (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

No decorrer do tempo as frutas foram perdendo a coloração verde do epicarpo. (Figura 10). De acordo com os autores citados anteriormente, as modificações na coloração das frutas com o amadurecimento, são devido tanto a processos degradativos como a processos sintéticos. A perda da cor verde deve-se à decomposição estrutural da clorofila, em

decorrência de vários fatores que atuam isoladamente ou em conjunto. Dentre eles podem ser citadas as transformações no pH, causadas principalmente pelo acúmulo de ácidos orgânicos e outros compostos nos vacúolos e ativação da enzima clorofilase.

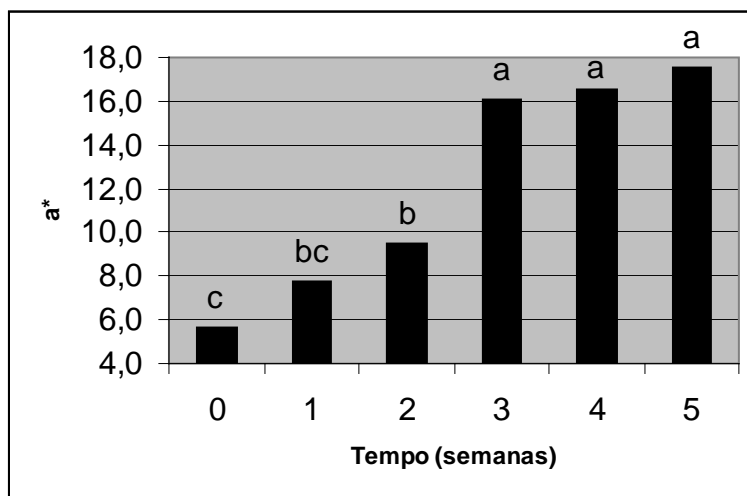


Figura 10. Cor do epicarpo de pêssegos cv. Aurora I (variável a^*). OBS.: os valores de a^* são negativos.

Por outro lado, KLUGE & JACOMINO (2002) encontraram efeito do 1-MCP na coloração de pêssegos cv Aurora I. Frutas tratadas com 1-MCP se mostraram mais verdes quando comparadas com as frutas controle. Resultados similares foram obtidos em maçã (BRACKMANN et al., 2004); banana (BOTREL et al., 2002); mamão (JACOMINO et al., 2002) e abacate (KLUGE et al., 2002).

Quanto à variável b^* que mede a coloração do azul ao amarelo, os pêssegos tornaram-se mais amarelos no decorrer do período.

Houve interação temperatura e concentração, de modo que na temperatura de 0°C as frutas do tratamento controle (0nl l⁻¹ de 1-MCP) mostraram-se mais amarelas, diferindo apenas das frutas que receberam a concentração de 60nl l⁻¹, as quais apresentaram-se menos amarelas. Entretanto, as diferentes concentrações não mostraram diferença entre si quanto a este fator. (Figura 11). ARGENTA et al. (2001) também verificaram que maçãs tratadas com 1-MCP exibiram menor amarelecimento da epiderme em relação às frutas controle.

A 20°C não ocorreu diferença entre as concentrações.

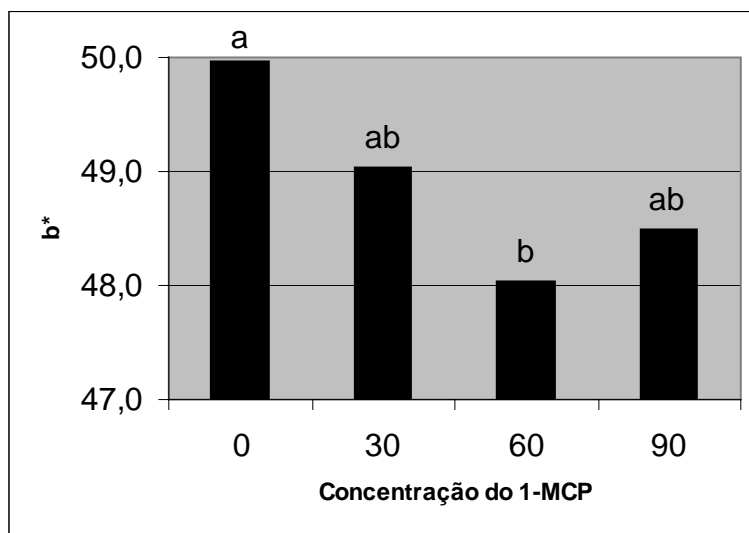


Figura 11. Cor do epicarpo de pêssegos cv. Aurora I (variável b*) tratados com 1-MCP à 0°C.

4.1.3 Firmeza

Não ocorreu nenhuma forma de interação entre os diferentes tratamentos aplicados nos pêssegos quanto a este parâmetro, porém, a temperatura e o tempo, isoladamente, interferiram na firmeza das frutas.

Os pêssegos armazenados a 0°C mantiveram-se mais firmes que os pêssegos armazenados a 20°C. (Tabela 04). De acordo com CHITARRA e CHITARRA (1990) sem o uso da refrigeração as deteriorações nos produtos após a colheita são mais rápidas devido à produção do calor vital decorrente da respiração. A refrigeração retarda o amadurecimento, conduzido por mudanças na firmeza, cor entre outros.

Tabela 04. Valores de firmeza de pêssegos tratados com 1-MCP à 0°C e 20°C.

Tratamentos	Firmeza
0°C	12,35 a
20°C	11,45 b

No decorrer do tempo todas as frutas tornaram-se menos firmes. (Figura 12). Este dado é concordante com KLUGE et al. (2002), os quais relatam que a firmeza sofre

modificações consideráveis durante o amadurecimento e conservação das frutas, sendo o amaciamento ou amolecimento dos tecidos a alteração mais marcante.

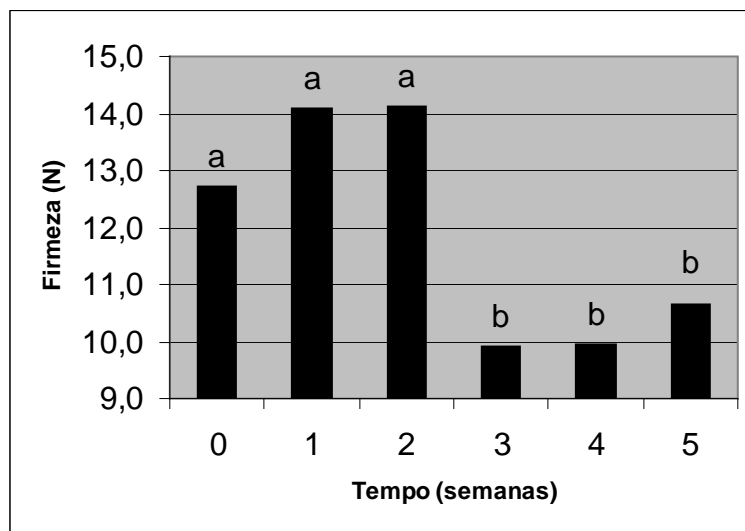


Figura 12. Firmeza de pêsegos cv. Aurora I.

Desta forma a firmeza não foi influenciada pelo uso do 1-MCP. Este resultado discorda do relatado por (KLUGE e JACOMINO, 2002), os quais encontraram firmeza de 40 a 60% maior em pêsegos tratados com 100nl l⁻¹ de 1-MCP quando comparados com pêsegos não tratados.

A retenção da firmeza da polpa de frutas tratadas com 1-MCP também foi comprovada em caqui (GIRARDI et al., 2003); mamão (JACOMINO et al., 2002); banana (BOTREL et al., 2002) e abacate (KLUGE et al., 2002).

4.1.4 pH

O fator tempo influenciou o pH, sendo que os valores de pH aumentaram no final do armazenamento. Ocorreu também interação entre as concentrações de 1-MCP e tempo de armazenamento, de modo que em todas as concentrações de 1-MCP aplicadas ocorreu aumento nos valores de pH no final do período estudado.

Os menores valores de pH foram encontrados nas frutas do tratamento controle na primeira semana de armazenamento, os quais diferiram apenas da concentração de 60nl l⁻¹, ao passo que na segunda semana de armazenamento as frutas que receberam a concentração de

60nl l⁻¹ exibiram os mais baixos valores, sem entretanto, apresentarem diferença com relação às frutas controle. (Figura 13).

A partir da terceira semana de armazenamento não houve diferença entre as diferentes concentrações de 1-MCP, desta maneira, pode-se verificar que os mais baixos valores de pH foram encontrados no tratamento controle indicando maior acidez nestas frutas, e, portanto maior conservação pós-colheita. Assim, o uso do 1-MCP não interferiu neste parâmetro.

Resultados semelhantes também foram observados por GIRARDI et al., (2003) em caqui. BOTREL et al. (2002) também encontraram menores valores de pH em bananas do tratamento controle e naquelas que receberam as menores concentrações do gás, ou seja, 10nl l⁻¹ de 1-MCP.

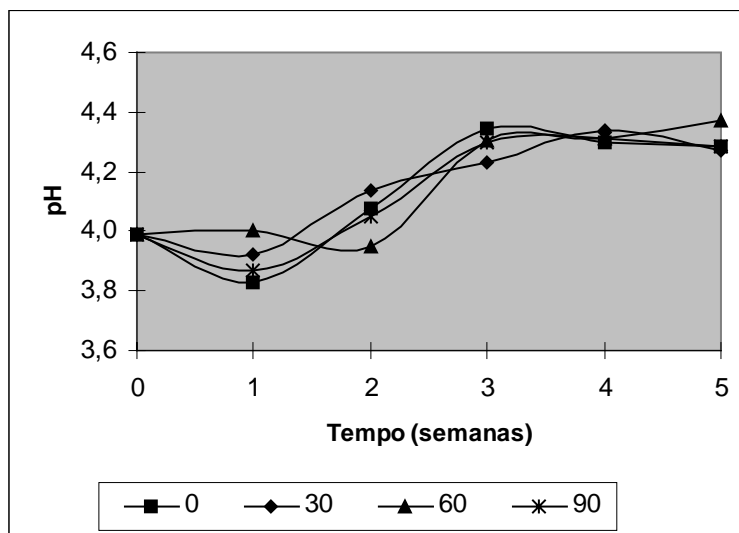


Figura 13. Valores de pH de pêssegos cv. Aurora I.

4.1.5 Acidez titulável

Apenas o fator tempo influenciou a acidez. Ao longo do tempo os teores de acidez apresentaram uma oscilação, com os valores aumentando e diminuindo ao longo do armazenamento. (Figura 14). Este dado encontra apoio em CHITARRA e CHITARRA (1990), os quais relatam que o teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui com o amadurecimento em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares.

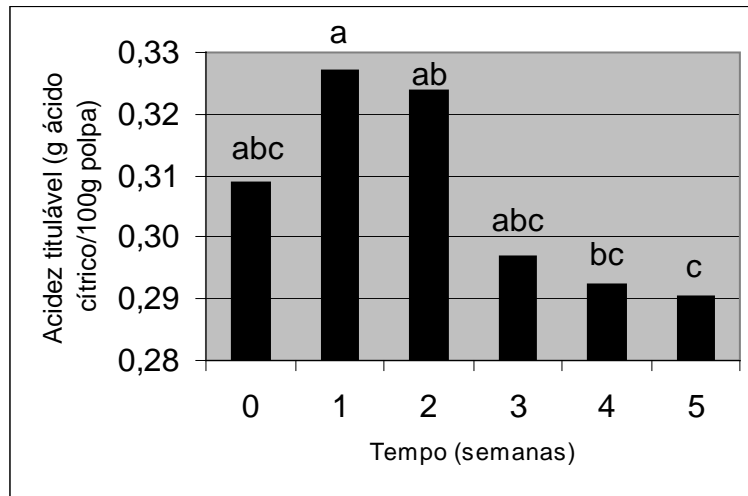


Figura 14. Valores de acidez titulável de pêssegos cv. Aurora I.

O 1-MCP também não interferiu nos teores de acidez titulável em caqui (GIRARDI et al., 2003); maçã e manga (HOFMAN et al., 2001) e laranja (PORAT et al., 1999).

4.1.6 Sólidos solúveis

Nenhuma forma de interação foi verificada quanto a este parâmetro, somente o fator tempo apresentou diferença estatística entre os tratamentos aplicados.

Desta forma, verificou-se diferença significativa nos valores de sólidos solúveis entre o dia zero e as três primeiras semanas de armazenamento, as quais mostraram maiores teores deste parâmetro.(Figura 15).

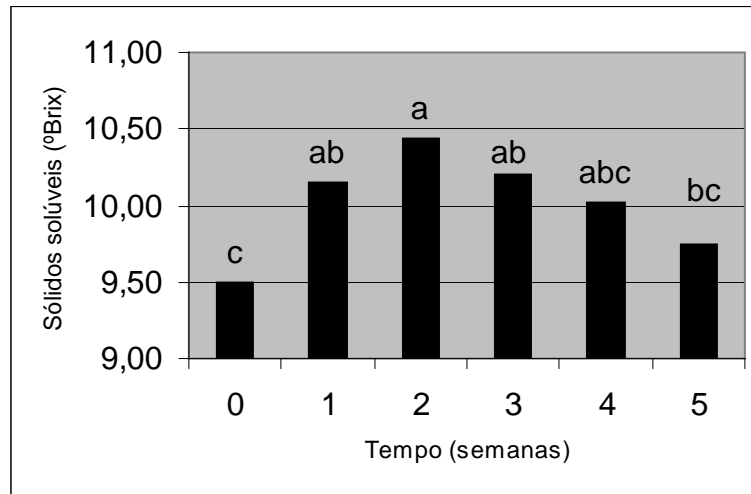


Figura 15. Valores de sólidos solúveis de pêssegos cv. Aurora I.

BRACKMANN et al. (2004); ARGENTA et al. (2003); GIRARDI et al. (2003) e JACOMINO et al. (2002) também demonstraram que o 1-MCP não influenciou o teor de sólidos solúveis em maçã, ameixa, pêssogo e mamão, respectivamente.

4.1.7 “Ratio” (SS/AT)

Ocorreu diferença significativa entre o tempo e as concentrações de 1-MCP aplicadas na terceira semana de armazenamento. A concentração de 30nl l⁻¹ apresentou o mais baixo valor de “Ratio”, diferindo apenas do controle. (Figura 16).

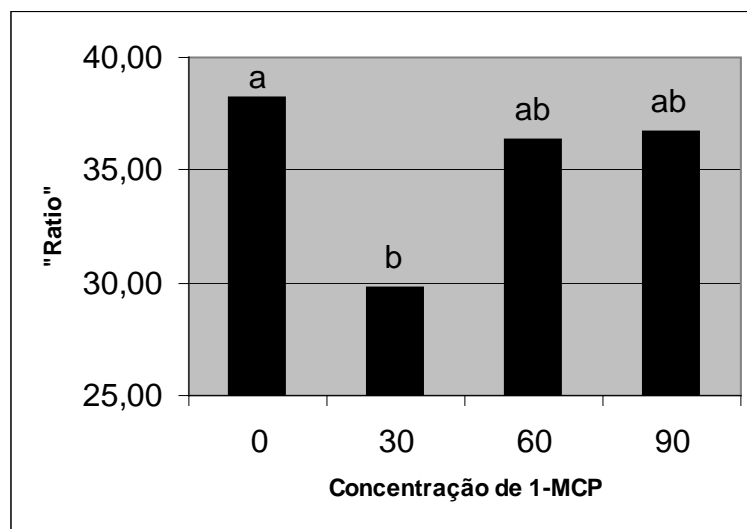


Figura 16. Valores de “Ratio” de pêssegos cv. Aurora I tratados com 1-MCP.

Este fato pode ser explicado pelo fato de que nesta semana de armazenamento, as frutas do tratamento controle e as que receberam as concentrações de 60 e 90nl l⁻¹ de 1-MCP apresentaram elevado teor de sólidos solúveis e reduzido teor de acidez titulável. Dados estes que resultam de um adiantado amadurecimento destas frutas em relação aos pêssegos que receberam a concentração de 30nl l⁻¹.

Nas demais semanas de armazenamento não houve diferença entre os tratamentos. No mesmo sentido, PORAT et al. (1999) trabalhando com laranjas não encontraram efeito significativo do 1-MCP sobre o “Ratio”.

4.1.8 Produção de CO₂

A produção de CO₂ sofreu influência das concentrações de 1-MCP, das temperaturas de aplicação do gás e do tempo de armazenamento.

Ocorreu interação entre temperatura x concentração do 1-MCP, de forma que as diferentes concentrações tiveram diferença significativa apenas na temperatura de 0°C. A concentração de 90nl l⁻¹ de 1-MCP apresentou a mais baixa produção de CO₂, diferindo estatisticamente da concentração de 30nl l⁻¹ e do controle. (Figura 17).

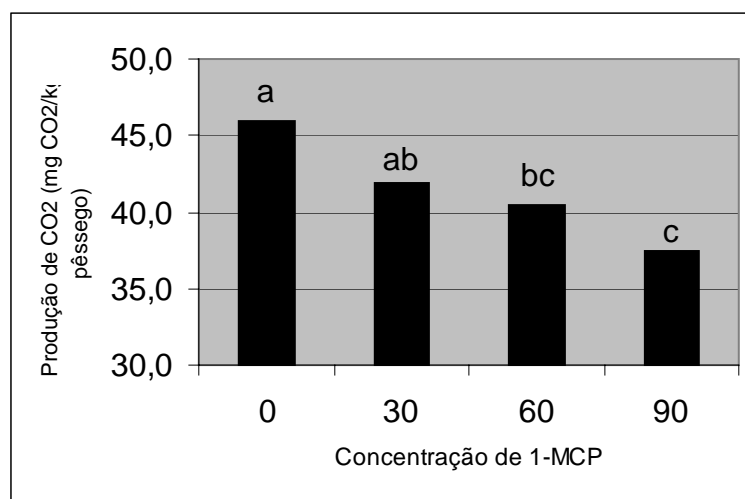


Figura 17. Produção de CO₂ de pêssegos cv. Aurora I tratados com 1-MCP à 0°C.

A curva de produção do CO₂ na interação temperatura x tempo não mostrou diferença significativa até o 12º dia de armazenamento nas duas temperaturas estudadas. No 15º dia de

armazenamento o 1-MCP aplicado à 0°C teve a menor produção de CO₂, ao passo que no 29º dia de armazenamento, a menor produção de CO₂ foi obtida nos pêssegos que receberam a gás na temperatura de 20°C. (Figura 18). De modo geral, a produção de CO₂ variou pouco ao longo do armazenamento.

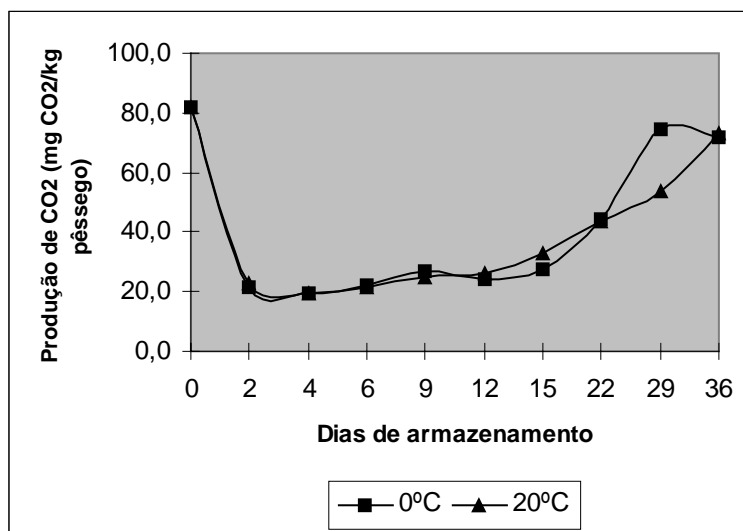


Figura 18. Produção de CO₂ de pêssegos cv. Aurora I tratados com 1-MCP à 0°C e 20°C.

Na interação concentração x tempo foi verificada diferença significativa apenas no 29º dia de armazenamento, onde as frutas do tratamento controle exibiram a mais alta produção de CO₂, e as frutas que receberam a concentração de 90nl l⁻¹ de 1-MCP apresentaram a mais baixa produção de CO₂. (Figura 19).

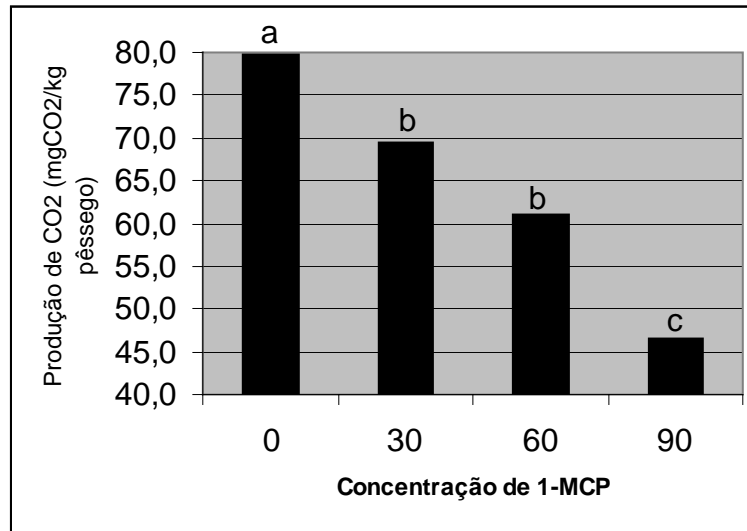


Figura 19. Produção de CO₂ de pêssegos cv. Aurora I tratados com 1-MCP durante o armazenamento refrigerado.

Dessa maneira, a concentração de 90nl l⁻¹ apresentou a mais baixa produção de CO₂ no 29º dia de armazenamento e quando aplicada à 0°C.

Esta redução na taxa respiratória das frutas tratadas com 90nl l⁻¹ de 1-MCP à 0°C pode explicar a maior conservação destas frutas. De acordo com KADER (1992) a capacidade de conservação de um produto hortícola está inversamente relacionada à taxa respiratória, e em muitos casos, com a taxa de produção do etileno.

A redução na taxa respiratória de frutas tratadas com 1-MCP foi reportada em trabalhos anteriores (BRACKMANN et al. 2004; JACOMINO et al. 2002; ARGENTA et al. 2001; FAN et al. 2000 e ABDI et al. 1998).

4.1.9 Produção de etileno

A sensibilidade do aparelho não detectou a produção de etileno nos pêssegos submetidos aos diversos tratamentos.

4.1.10 Análise sensorial

Não ocorreu diferença significativa entre as frutas tratadas e não tratadas com 1-MCP na análise sensorial de cor e textura dos pêssegos. Estes resultados são discordantes dos

relatados por NEVES et al. (2003), os quais verificaram que quiwis tratados com 1-MCP apresentaram os melhores índices de preferência pelos julgadores.

4.2 Etapa 2

4.2.1 Perda de massa fresca

Os tratamentos aplicados nos pêssegos não diferiram entre si na porcentagem de perda de massa fresca das frutas. Este dado mostra que o uso do resfriamento rápido com ar-forçado e do 1-MCP não promovem aumento da perda de massa fresca dos pêssegos quando comparados com o sistema convencional de armazenamento. Estes resultados encontram apoio em TERUEL et al. (2002), os quais demonstraram que o RR com ar-forçado em banana não provocou perda de massa fresca significativa, e que tais perdas podem ser consideradas desprezíveis não afetando a qualidade das frutas.

No mesmo sentido, o uso do 1-MCP não interferiu na perda de peso em laranjas (PORAT et al., 1999).

Apenas o fator tempo isoladamente interferiu na perda de massa fresca dos pêssegos. (Figura 20).

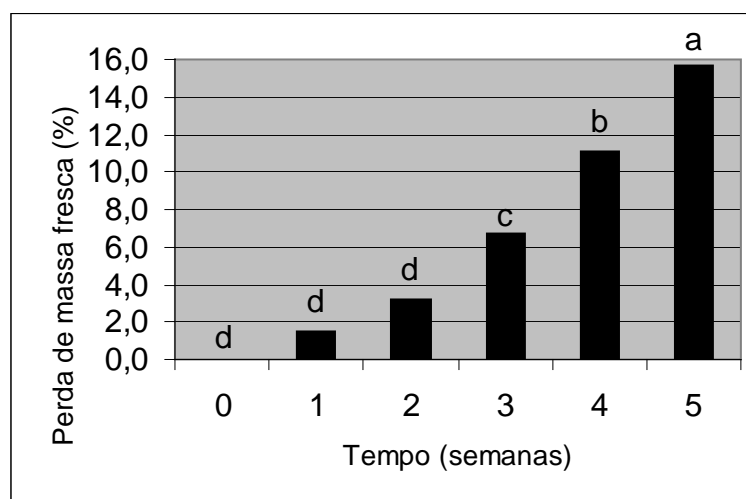


Figura 20. Perda de massa fresca de pêssegos cv. Natal.

Entretanto, a perda de massa fresca máxima admitida em pêssegos é de 11% (HARDENBURG et al., 1986) limitando a conservação das frutas por um período de 4 semanas.

4.2.2 Cor do epicarpo

Analisando-se a variável a^* que mede a coloração do verde ao vermelho, o tratamento controle mostrou-se com coloração do epicarpo menos verde, indicando amadurecimento mais rápido em relação aos demais tratamentos, os quais não diferiram entre si e apresentaram coloração do epicarpo mais verde. (Figura 21). Este resultado mostra a eficiência dos tratamentos com resfriamento rápido e 1-MCP em manter a cor verde do epicarpo em comparação com as frutas do armazenamento convencional (controle).

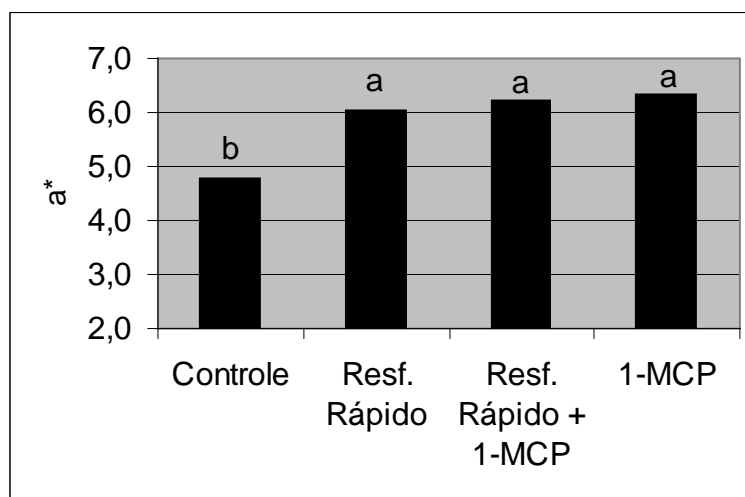


Figura 21. Cor do epicarpo de pêssegos cv. Natal (variável a^*) nos diferentes tratamentos aplicados.

KLUGE & JACOMINO (2002) também verificaram que pêssegos tratados com 1-MCP ficaram mais verdes quando comparados com as frutas controle.

Do mesmo modo, a utilização do resfriamento rápido nos pêssegos promoveu a retenção da cor verde do epicarpo indicando atraso no amadurecimento destes pêssegos. CORTEZ et al. (2002) afirmam que uma das vantagens do resfriamento rápido é o retardo no tempo de deterioração das frutas.

Com o passar do tempo, a intensidade da cor verde do epicarpo das frutas foi diminuindo. De acordo com KLUGE et al. (2002) a perda de cor verde decorre da quebra da estrutura de clorofila, causada pela atividade da clorofilase entre outros fatores.

Quanto a variável b^* que mede a coloração do azul ao amarelo, os tratamentos RR, RR+1MCP e 1-MCP não diferiram entre si, entretanto, o tratamento com 1-MCP deixou os

pêssegos mais amarelos quando comparados com as frutas controle. (Figura 22). Este fato contradiz os efeitos esperados pelo 1-MCP como bloqueador da ação do etileno no desenvolvimento da cor do epicarpo das frutas. GIRARDI et al. (2003) também verificaram que caquis tratados com 1-MCP ficaram com a cor da epiderme mais vermelha em relação as frutas controle.

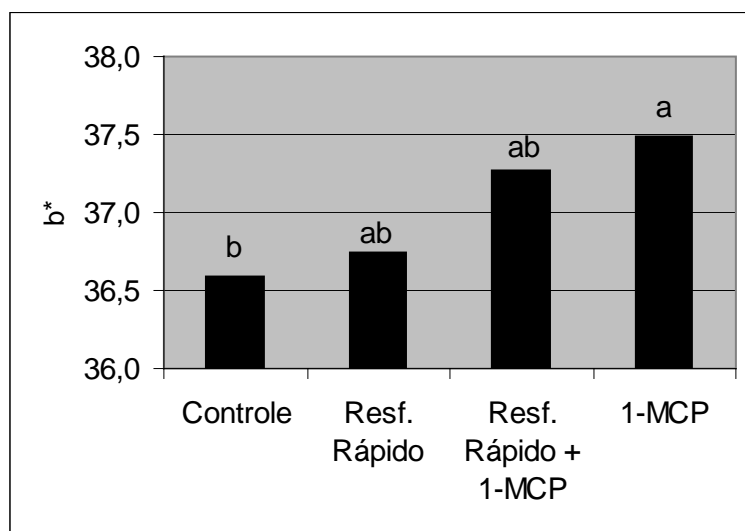


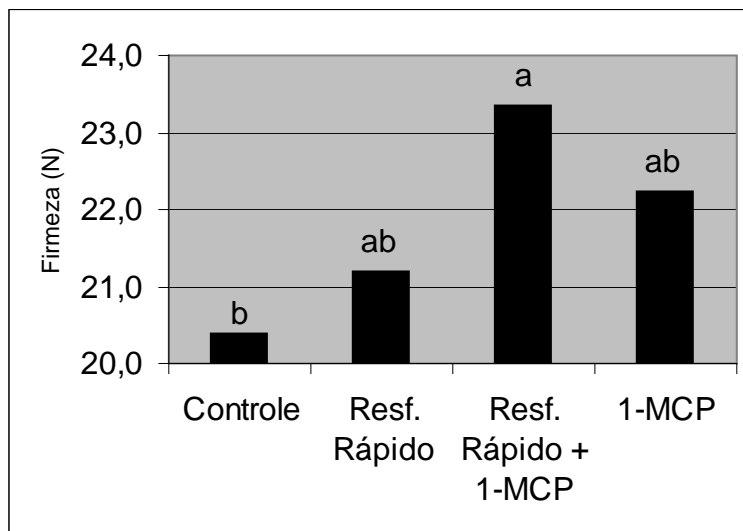
Figura 22. Cor do epicarpo de pêssgos cv. Natal (variável b^*) nos diferentes tratamentos aplicados.

No decorrer do tempo os valores de b^* aumentaram indicando que os pêssgos ficaram mais amarelos com o passar do período de armazenamento. Segundo KLUGE et al. (2002) à medida que as frutas avançam em seu processo de amadurecimento, a clorofila é substituída ou mascarada por outros pigmentos de várias cores e tonalidades, como por exemplo, os carotenóides, geralmente de cor amarela.

4.2.3 Firmeza

Ao longo do armazenamento a firmeza dos pêssgos diminuiu. Este dado é concordante com KLUGE et al. (2002), os quais relatam que a firmeza sofre modificações consideráveis durante o amadurecimento e conservação das frutas, sendo o amaciamento ou amolecimento dos tecidos a alteração mais marcante.

O tratamento RR+1MCP exibiu os mais altos valores de firmeza, porém foi estatisticamente superior apenas ao tratamento controle. (Figura 23). A maior firmeza nas frutas tratados com RR+1MCP está provavelmente associada à união das técnicas de



resfriamento rápido com ar-forçado com o bloqueador de ação do etileno. Desta forma, os pêssegos que receberam este tratamento apresentam potencial de conservação maior quando comparados com as frutas do tratamento controle.

Figura 23. Firmeza de pêssegos cv. Natal

A retenção da firmeza de frutas tratadas com 1-MCP foi reportada em trabalhos anteriores (GIRARDI et al. 2003; ARGENTA et al. 2001 e ABDI et al. 1998).

4.2.4 pH

Os diferentes tratamentos não influenciaram nos valores de pH dos pêssegos armazenados.

GIRARDI et al. (2003) trabalharam com a aplicação do 1-MCP em caquis e não encontraram diferença significativa nos valores de pH.

Apenas o fator tempo interferiu neste parâmetro, de modo que no decorrer do período experimental os valores de pH aumentaram. (Figura 24). Entretanto, os níveis de acidez titulável diminuíram, dados estes relacionados ao processo normal de amadurecimento das frutas.

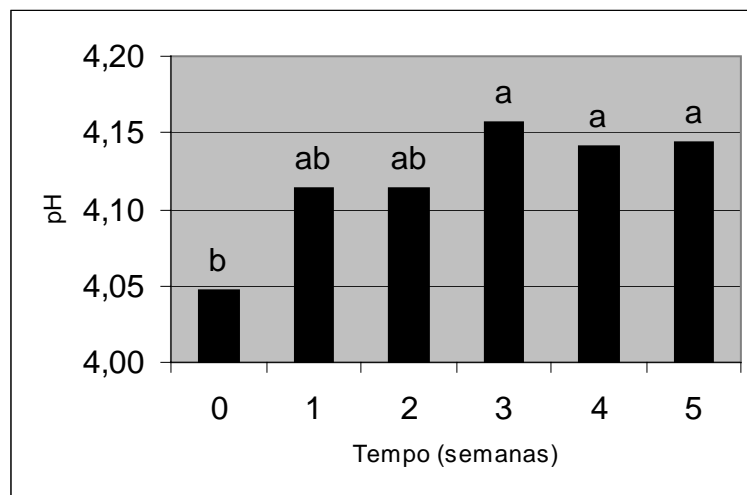


Figura 24. Valores de pH de pêssegos cv. Natal.

4.2.5 Acidez titulável

A acidez titulável dos pêssegos não sofreu influência dos tratamentos aplicados. Este dado concorda com GIRARDI et al. (2003), os quais também não detectaram efeito significativo do 1-MCP sobre o teor de acidez titulável em caquis.

Por outro lado SARRIA (2003) encontrou maiores teores de acidez titulável em figos submetidos ao resfriamento rápido quando comparados com os figos resfriados lentamente.

Apenas o fator tempo interferiu neste parâmetro. Os níveis de acidez diminuíram durante o armazenamento. (Figura 25). Estes dados são concordantes com CHITARRA e CHITARRA (1990), os quais afirmam que o teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui com o amadurecimento em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares.

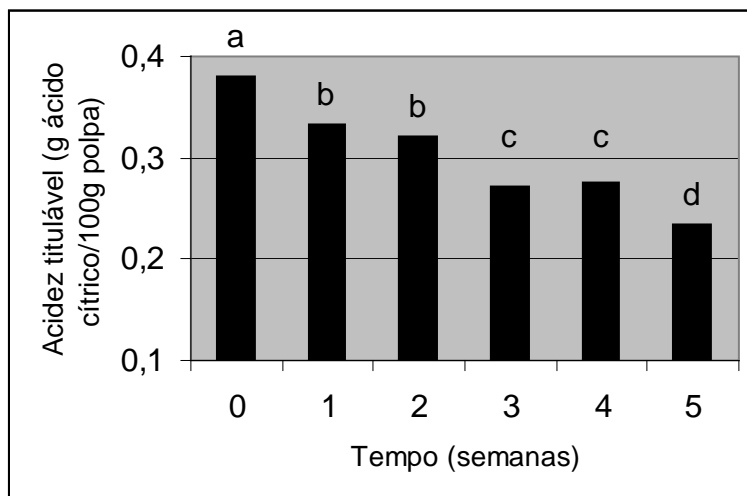


Figura 25. Valores de acidez titulável de pêssegos cv. Natal.

4.2.6 Sólidos solúveis

Entre os tratamentos aplicados, o controle apresentou maior teor de sólidos solúveis diferindo dos tratamentos RR+1-MCP e 1-MCP. (Figura 26).

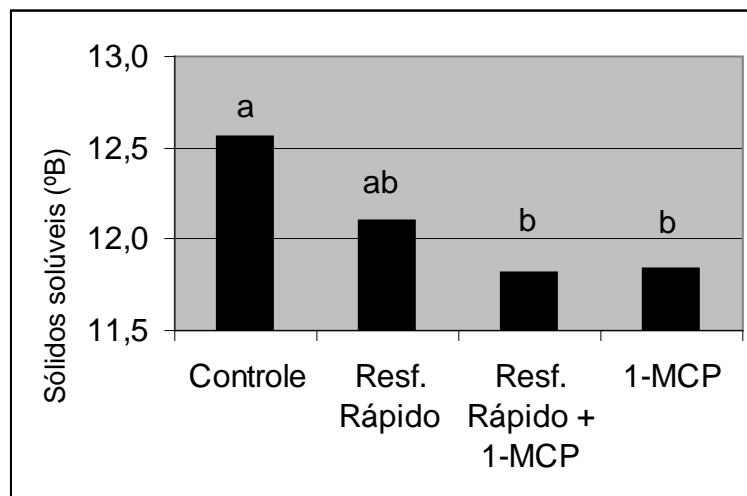


Figura 26. Valores de sólidos solúveis de pêssegos cv. Natal.

Assim, pode-se verificar que os tratamentos RR +1-MCP e 1-MCP exibiram os mais baixos valores quando comparados com o controle, sugerindo, portanto, uma menor atividade metabólica nestas frutas.

Diversos autores não encontraram efeito do 1-MCP sobre o teor de sólidos solúveis em frutas (BRACKMANN et al. 2003; GIRARDI et al. 2003 e NEVES et al. 2003).

SARRIA (2003) relata que o teor de sólidos solúveis foi mais baixo nos figos submetidos ao resfriamento rápido em relação aos figos resfriados lentamente.

4.2.7 “Ratio”

Houve interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento, onde os valores de “Ratio” foram maiores no final do armazenamento em todos os tratamentos aplicados. Este fato pode ser explicado em função dos altos valores de sólidos solúveis e baixos valores de acidez titulável encontrados na última semana do período estudado.

Não ocorreu diferença entre os tratamentos aplicados nas frutas, de modo que somente o fator tempo interferiu neste parâmetro, levando a um amadurecimento normal dos pêssegos.

PORAT et al. (1999) também não encontraram efeito do 1-MCP sobre o teor de “Ratio” em laranjas.

Por outro lado, SARRIA (2003) observou valores inferiores de “Ratio” em figos resfriados rapidamente quando comparados com figos resfriados lentamente em câmara frigorífica.

4.2.8 Produção de CO₂

Entre os tratamentos aplicados, o controle apresentou maior taxa de produção de CO₂, sendo estatisticamente igual ao tratamento com 1-MCP. Este dado não era esperado, visto que o 1-MCP quando aplicado nas frutas em pós-colheita se liga ao sítio de ligação na membrana da célula da fruta fixando-se de maneira preferencial em relação ao etileno. Desse modo, o 1-MCP interfere no modo de ação do etileno resultando em menor produção de CO₂. Este resultado pode ter sofrido influência dos diferentes cultivares estudados, já que na primeira etapa o cultivar Aurora I apresentou menor produção de CO₂ quando aplicado o 1-MCP.

Por outro lado o tratamento RR apresentou a mais baixa produção de CO₂, sem, entretanto, diferir do tratamento RR +1-MCP. Estes tratamentos apresentaram menor taxa respiratória nas frutas e, portanto, maior conservação pós-colheita das mesmas. (Figura 27).

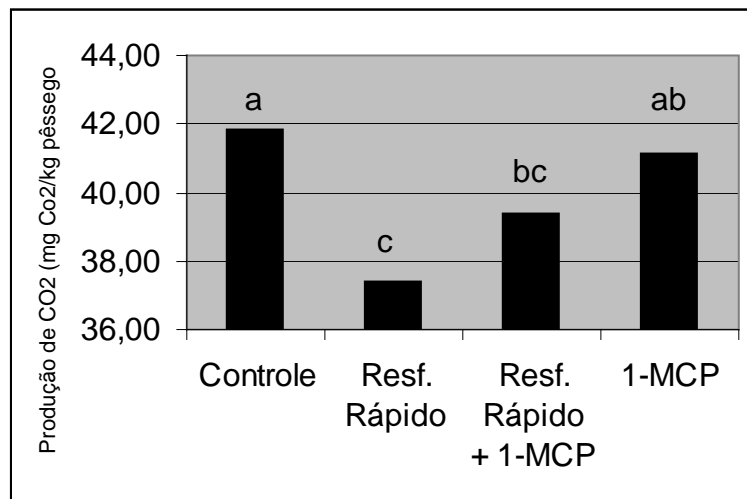


Figura 27. Produção de CO₂ de pêssegos cv. Natal nos diferentes tratamentos aplicados.

Reduzidas taxas respiratórias foram encontradas em maçãs, kiwis e damascos tratados com 1-MCP. (BRACKMANN et al. 2004; NEVES et al. 2003 e FAN et al. 2000).

No mesmo sentido (KLUGE et al., 2002) relatam que o resfriamento rápido reduz a atividade respiratória de frutas.

Desse modo, a taxa respiratória das frutas foi diminuída com a aplicação do resfriamento rápido e do resfriamento rápido em associação com o 1-MCP, quando comparada com a taxa respiratória das frutas do tratamento controle.

No decorrer do período experimental, os tratamentos apresentaram comportamento semelhante, ou seja, uma alta produção de CO₂ no início e no final do armazenamento com uma queda no meio deste período, apresentando diferenças significativas apenas no 4º, 12º e 29º dias de armazenamento. (Figura 28).

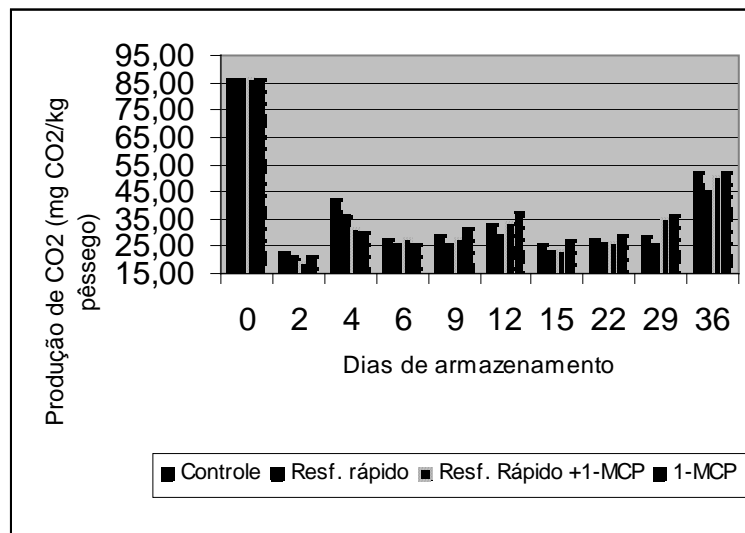


Figura 28. Produção de CO₂ de pêssegos cv. Natal ao longo do período estudado.

Os tratamentos RR + 1-MCP e 1-MCP revelaram uma produção de CO₂ significativamente mais baixa que o controle no 4º dia de armazenamento, e enquanto que no 12º dia de armazenamento apresentaram valores estatisticamente iguais ao controle. Já no 29º dia de armazenamento os tratamentos RR + 1-MCP e 1-MCP mostraram valores superiores em relação ao controle.

Estes dados concordam com Sisler citado por SISLER & SEREK (1999), o qual descobriu que o 1-MCP neutraliza o efeito do etileno por 10 a 12 dias com uma exposição em baixas concentrações.

4.2.9 Produção de etileno

A sensibilidade do aparelho não detectou a produção de etileno nos pêssegos submetidos aos diversos tratamentos.

4.2.10 Análise sensorial

Na análise sensorial de cor, apenas na segunda semana de armazenamento ocorreu diferença entre os tratamentos. O tratamento controle apresentou a cor do epicarpo dos pêssegos mais amarelo em relação aos pêssegos que receberam o 1-MCP, os quais se mantiveram menos amarelo.

Nas demais análises, os diferentes tratamentos não influenciaram os parâmetros cor, textura e sabor.

5. CONCLUSÕES

Etapa 1

As concentrações de 60 e 90nl l⁻¹ de 1-MCP aplicadas à 0°C promoveram menor produção de CO₂ em pêssegos cultivar Aurora I em comparação com as frutas do tratamento controle (sem aplicação de 1-MCP).

No decorrer do armazenamento refrigerado a aplicação da concentração de 90nl l⁻¹ de 1-MCP à 0°C proporcionou menor taxa respiratória nos pêssegos em relação às demais concentrações.

As diferentes concentrações do 1-MCP aplicadas em diferentes temperaturas não interferiram nos parâmetros perda de massa fresca, firmeza, pH, acidez titulável, sólidos solúveis e também na análise sensorial de pêssegos cultivar Aurora I.

Etapa 2

A associação das técnicas de resfriamento rápido com o 1-MCP proporcionou frutas mais firmes quando comparadas com as frutas do tratamento controle, as quais foram resfriadas lentamente na câmara fria.

A concentração de 90nl l⁻¹ de 1-MCP aplicada à 0°C associada ao resfriamento rápido e a concentração de 90nl l⁻¹ de 1-MCP aplicada isoladamente apresentaram os mais baixos níveis de sólidos solúveis em comparação com as frutas do tratamento controle, as quais foram submetidas ao resfriamento lento na câmara frigorífica convencional.

A taxa respiratória dos pêssegos submetidos ao resfriamento rápido e também ao resfriamento rápido seguido da aplicação do 1-MCP foi reduzida se comparada à taxa respiratória das frutas resfriadas lentamente em câmara fria.

As demais análises não sofreram influência dos diferentes tratamentos empregados.

6. SUGESTÕES

Com base na experiência decorrente deste trabalho, indicam-se pelo menos dois aspectos merecedores de atenção futura:

6.1 A concentração ideal de 1-MCP para pêssegos necessita de melhor definição. É possível que concentrações entre 60 e 90nl l⁻¹ sejam aquelas que produzam o melhor efeito conservante.

6.2 Há indícios de que os cultivares de pêssegos apresentam respostas de intensidades diferentes ao uso do 1-MCP, motivo pelo qual experimentos considerando essa questão devam ser realizados, visando determinar com maior efetividade os parâmetros a serem empregados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI, N. et al. Responses of climateric and suppressed-climateric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, v.14, n.1, p. 29-39, June, 1998.

ALVARENGA, A. A.; SOUZA, C. R. Tratos culturais para pessegueiros / ameixeiras / nectarineiras. **Informe Agropecuário**, v.18, n.189, p.34-43, 1997.

ALVARENGA, L. R.; FORTES, J. M. Cultivares de fruteiras de clima temperado. **Informe Agropecuário**, v.11, n.124, p.3-24, 1985.

ANTUNES, L. E. C.; REGINA, M. A.; ABRAHÃO, E. Caracterização botânica do pessegueiro, nectarineira e ameixeira. **Informe Agropecuário**, v.18, n.189, p.17-18, 1997.

ARGENTA, L. C. et al. Ripening and quality of 'Laetitia' plums following harvest and cold storage as affected by inhibition of ethylene action. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.10, p.1139-1148, out., 2003.

ARGENTA, L. C.; MATTHEIS, J.; FAN, X. Retardamento da maturação de maçãs 'Fuji' pelo tratamento com 1-MCP e manejo da temperatura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.2, p.270-273, ago., 2001.

ARGENTA, L. C.; MATTHEIS, J. P.; FAN, X. Controle do amadurecimento de frutas – manipulação da ação do etileno com 1-metilciclopropeno para preservação pós-colheita de maçãs e peras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, n.16, 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2000. p.236-243.

ASHRAE HANDBOOK. Methods of precooling fruits, vegetables, and cut flowers. In: _____. **Refrigeration systems and applications**. Atlanta: SI Edition, 1998. Cap.14, p.1-10.

_____. Methods of precooling fruits, vegetables, and cut flowers. In: _____. **Refrigeration systems and applications**. Atlanta: SI Edition, 1994. Cap.10, p.1-10.

_____. Methods of precooling fruits, vegetables, and cut flowers. In: _____. **Refrigeration systems and applications**. Atlanta: SI Edition, 1990. Cap.11, p.1-10.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods as analysis of the association of official analytical chemistry**. 11ed. Washington, 1015p. 1980.

BLEINROTH, E. W. Condições de armazenamento e sua operação. In: BLEINROTH, E. W. et al. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas: ITAL, 1992. Cap.14, p.155-173.

BOTREL, N. et al. Inibição do amadurecimento da banana 'prata-anã' com a aplicação do 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p.53-56, abr., 2002.

BRACKMANN, A. et al. Qualidade de maçã cv. Gala tratada com 1-metilciclopropeno. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1415-1420, 2004.

BRACKMANN, A. et al. Aplicação de 1-MCP em caqui 'quioto' armazenado sob refrigeração e atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, p.42-44, abr., 2003.

BRACKMANN, A.; HUNSCHE, M.; CERETTA, M. Pré-resfriamento e absorção de etileno durante o armazenamento de pêssegos cv. Chiripá. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.26, p.12-15, 2001.

CHAU, K. V. **Mathematical modeling of postharvest processes**. University of Florida, 2001, 104p.

CHITARRA, M. I. F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, v.17, n.179, p.8-18, 1994.

CHITARRA, M. I. F.; CARVALHO, V. D. Frutos temperados: pêssegos, ameixas e figos. **Informe Agropecuário**, v.11, n.125, p.56-66, 1985.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças – fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293p.

COELHO, A. H. R. Qualidade pós-colheita de pêssegos. **Informe Agropecuário**, v.17, n.180, p. 31-39, 1994.

CORRENT, A. R. et al. Efeito do 1-metilciclopropeno na conservação de maçãs 'Royal Gala' em ar refrigerado e atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.2, p.217-221, 2004.

CORTEZ, L. A. B.; CASTRO, L. R.; VIGNEAULT, C. Resfriamento rápido a ar: métodos da câmara frigorífica e do ar forçado. In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. (Org.) et al. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: EMBRAPA, 2002. Cap.11, p.231-272.

DI RIENZO, C. A importância das câmaras frias na hortifruticultura. **Tecnologia da Refrigeração**, n.5, p.16-22, 2001.

EMBRAPA. **Pêssego**: coleção plantar. Brasília: SPI, 1993. 60p.

EREZ, A.; FLORE, J. A. The quantitative effect of solar radiation on 'Redhaven' peach fruit skin color. **HortScience**, v.21, n.6, p.1424-1426, 1986.

FAN, X.; ARGENTA, L.; MATTHEIS, J. P. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. **Postharvest Biology and Technology**, v.20, n.2, p. 135-142, may, 2000.

FENG, X. et al. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, v.20, n.2, p. 143-150, may, 2000.

FERREIRA, V. L. P. (Coord.) et al. **Análise sensorial**: testes discriminativos e afetivos. Campinas: SBCTA, 2000. 127p. (Manual – Série Qualidade).

GIRARDI, C. L. et al. Efeito da aplicação de 1-metilciclopropeno na conservação da qualidade de pêssegos (*Prunus persica* L.), cultivar Chiripá. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, n.2, p.157-161, 2003.

GIRARDI, C. L. et al. Conservação de caqui (*Diospyros kaki* L.), cv. Fuyu, pela aplicação de 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, p.53-55, abr., 2003.

HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. 1986. 136p.

HOFMAN, P. J. et al. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.567-572, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas:** métodos físicos e químicos para análise de alimentos. 3ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533p.

JACOMINO, A. P. et al. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agrícola**, v.59, n.2, p.303-308, 2002.

KADER, A. A. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. **Acta Horticulture**, n.485, p.203-208, 1999.

_____. **Postharvest technology of horticultural crops.** Davis: University of California, 1992. 296p.

KAYS, S. J. Heat, heat transfer, and cooling. In: _____. **Postharvest physiology of perishable plant products.** New York: AVI BOOK, 1991. Cap.7, p. 457-507.

KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P. Shelf life of peaches treated with 1-methylcyclopropene. **Scientia Agrícola**, v.59, n.1, p.69-72, 2002.

KLUGE, R. A. et al. Inibição do amadurecimento de abacate com 1-metilciclopropeno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.7, p.895-901, 2002.

KLUGE, R. A. et al. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado.** 2 ed. Campinas: Livraria e Editora Rural Ltda., 2002. 214p.

LEAL, P. A. M.; CORTEZ, L. A. B. Métodos de pré-resfriamento de frutas e hortaliças. In: HONÓRIO, S. L. et al. **II Curso de atualização em tecnologia de resfriamento de frutas e hortaliças.** Campinas: FEAGRI, 1998, p.81-115.

LITTLE, A. C. Physical measurements as predictions of visual appearance. **Food Technology**, v.30, n.10, p.74-77, 1982.

MEDLICOTT, A. P. **Mango fruit ripening and the effects of maturity, temperature and gases**. 1985. 194f. Tese – Universidade de Wolverhampton, 1985.

MOHSENIN, N. N. Physical characteristics. In: _____. **Physical properties of plant and animal materials**. 2ed. New York: Gordon and Breach Science Publishers, 1986. Cap.3, p.79-127.

NAKASU, B. H.; RASEIRA, M. C. B.; CASTRO, L. A. S. Frutas de caroço: pêssgo, nectarina e ameixa no Brasil. **Informe Agropecuário**, v.18, n.189, p.8-13, 1997.

NEVES, L. C. et al. Atmosfera modificada e 1-metilciclopropeno na conservação pós-colheita de kiwis cv. Bruno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p.390-393, dez., 2003.

NEVES FILHO, L. C.; VIGNEAULT, C.; CORTEZ, L. A. B. A cadeia do frio no Brasil e a sua importância para frutas e hortaliças. **Tecnologia no resfriamento de frutas e hortaliças**. Campinas, 1997, 16p.

OLIVEIRA JR, M. E., MANICA, I. **Principais países produtores de frutas no ano de 2002**. Disponível em: http://www.ibraf.org.br/x-es/pdf/t-esta_fs.html. Acesso em: 02 mar. 2004.

PADULA, M.; SARANTÓPOLUS, C. I. G. L.; ARDITO, E. F. G. **Embalagens plásticas: controle de qualidade**. Campinas: ITAL/SBCTA, 1989. 202p.

PEREIRA, W. S. P.; BELTRAN, A. Status atual do Smartfreshtm (1-MCP) em nível mundial. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PÓS-COLHEITA E PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 1, 2002, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, 2002. CD-ROM.

PORAT, R. et al. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest qualities of ‘Shamouti’ oranges. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, n.2, p.155-163, 1999.

ROCHA, J. L. V. da; SPAGNOL, W. A. Frutas e hortaliças. In: VAN’DENDER, A. G. F. et al. **Armazenamento de gêneros e produtos alimentícios**. São Paulo, 1983. p. 227-72.

ROHM AND HAAS COMPANY - **BOLETIM TÉCNICO – 1 – Metilciclopropeno (1-MCP)**, 2000, 17p.

RUPASINGHE, H. P. V. et al. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in 'McIntosh' and 'Delicious' apples. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.75, n.3, p.271-276, 2000.

SARRIA, S. D. **Resfriamento rápido e armazenamento refrigerado do figo (*Ficus carica* L.) 'Roxo de Valinhos' e seus efeitos na qualidade da fruta**. 2003. 150f. Tese (Doutorado em Tecnologia Pós-Colheita) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SISLER, E. C.; SEREK, M. Compounds controlling the ethylene receptor. **Bot. Bull. Acad. Sin.**, v.40, p.1-7, 1999.

SISLER, E. C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. **Physiologia Plantarum**, n.100, p. 577-582, march, 1997.

SPAGNOL, W. A.; SIGRIST, J. M. M. Pré-resfriamento. In: BLEINROTH, E. W. et al. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas: ITAL, 1992. Cap.10, p.103-118.

STEINBERG, E. **Pêssego e nectarina**. 1989. 64p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Ethylene. In: _____. **Plant physiology**. 2ed. Massachusetts: Sinauer Associates Inc., 1998. p.651-670.

TERUEL, B. et al. Resfriamento de banana-prata com ar-forçado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p.142-146, 2002.

TERUEL, B.; CORTEZ, L.; NEVES FILHO, L. Estudo comparativo do resfriamento de laranja valência com ar forçado e com água. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.2, p.174-178, 2003.

TERUEL, B.; CORTEZ, L.; NEVES FILHO, L. Estudo comparativo do resfriamento de laranja valência, em três sistemas de resfriamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.3, p.481-486, 2001.

TERUEL, B.; KIECKBUSCH, T.; CORTEZ, L. Cooling parameters for fruits and vegetables of different sizes in a hydrocooling system. **Scientia Agrícola**, v.61, n.6, p.655-658, 2004.